# DESCRIPTION

DE

## L'ART DE FABRIQUER LES CANONS,

*Faite en exécution de l'arrêté du Comité de Salut public, du 18 pluviôse de l'an 2 de la République française, une et indivisible;*

Par GASPARD MONGE.

IMPRIMÉE PAR ORDRE DU COMITÉ DE SALUT PUBLIC.





A PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DU COMITÉ DE SALUT PUBLIC.

AN 2 DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.



# TABLE DES MATIÈRES.

## PREMIÈRE PARTIE.



## SECONDE PARTIE.

# EXPLICATION

## DES PLANCHES.

## *EXPOSÉ historique des circonstances qui ont donné lieu à la composition de cet Ouvrage.*

DANS la guerre que la république française, naissante, est forcée de soutenir contre la coalition impie des principaux tyrans de l'Europe, un des malheurs qu'elle avoit le plus à redouter étoit de manquer de poudre. La lenteur des procédés qu'on avoit suivis jusqu'alors dans la fabrication de cette espèce de munition, ne donnant pas l'espoir de pouvoir fournir à la consommation de quatorze armées; et la rareté du salpêtre, qui est le principal ingrédient de la poudre, ne permettant pas d'alimenter des fabriques nouvelles, dans lesquelles on auroit établi des procédés plus hâtifs et plus conformes à l'urgence des besoins de la république; il falloit un effort national, et la convention l'a produit.

Par le décret du 14 frimaire, elle invita tous les citoyens à lessiver toutes les terres salpêtrées de leurs habitations; elle chargea les municipalités d'exploiter celles que les particuliers n'auroient pas eu la facilité de lessiver. Elle

établit dans chaque district un agent chargé de surveiller ces opérations, et dans chaque département un préposé chargé d'instruire les agens; ce décret fut accompagné d'une instruction claire et à la portée de tous les citoyens, dans laquelle on avoit exposé les principales opérations du salpêtrier qui consistent dans le choix des terres, dans leur lessivage, et dans les évaporations pour obtenir le salpêtre brut.

Pour assurer l'exécution du décret de la convention, le Comité de Salut public divisa le territoire de la République en huit arrondissemens, dans chacun desquels il envoya, en qualité d'inspecteur, un artiste distingué par son patriotisme et par ses lumières dans l'art de traiter les sels. ces inspecteurs furent chargés de mettre par-tout la plus grande activité dans l'exploitation du salpêtre et d'en diriger les opérations.

Toutes ces mesures ne tranquilisoient pas encore le Comité de Salut public sur l'exécution du décret. Indépendamment des effets de la malveillance, il avoit à redouter le défaut d'instruction et sur-tout le défaut d'exemple.

A la même époque, la République éprouvoit un besoin d'un autre genre, et d'une importance aussi grande.

Réduite à ses propres forces contre les marines réunies de l'Angleterre, de la Hollande, de l'Espagne, de la Russie et de Naples, elle n'avoit pas un assez grand nombre de vaisseaux pour lutter contre tant d'ennemis, et il lui manquoit 6,000 pièces de canons de fer coulé, pour armer ceux dont la construction étoit ordonnée.

Le Comité de Salut public, après s'être assuré qu'en convertissant en fonderies de canons un certain nombre de hauts fourneaux dans lesquels on coule de la fonte de bonne qualité, et qu'en transformant en foreries toutes les grosses forges qui se trouveroient sans emploi par la nouvelle destination de cette fonte, il étoit possible de satisfaire promptement à la demande d'un aussi grand nombre de pièces d'artillerie, distribua en quatre arrondissemens le territoire sur lequel ces fourneaux sont situés. Il envoya dans chacun de ces arrondissemens un représentant du peuple, avec les pouvoirs de faire toutes les réquisitions nécessaires à la création des nouveaux établissemens; et il donna à chacun de ces représentans, deux artistes exercés dans l'art de la fonderie, porteurs d'une instruction qui leur indiquoit, d'une manière générale, les moyens d'accélérer les travaux dont ils devoient être chargés.

Dans toutes les anciennes fonderies de France, on suivoit encore le procédé du moulage en terre. La lenteur de ce procédé ne convenoit point aux circonstances dans lesquelles se trouvoit la République. Il falloit par-tout lui substituer le procédé rapide du moulage en sable, et l'introduire dans tous les établissemens nouveaux. Mais ce changement exigeoit un grand nombre de modèles en laiton de canons de tous calibres. Il exigeoit, pour l'exécution de machines nouvelles, des ouvriers intelligens et exercés, qu'on ne pouvoit espérer de trouver dans les lieux écartés où sont ordinairement placés les fourneaux de fer coulé. On ne pouvoit même espérer d'y trouver les outils nécessaires.

Le Comité de Salut public leva ces obstacles.

Par rapport aux modèles, il chargea les fonderies de Paris d'en couler et tourner vingt de chaque calibre. Ces modèles ont été exécutés ; plusieurs sont déja rendus à leur destination, et les autres se distribuent journellement dans les différentes fonderies, en proportion de leurs besoins. On y joint des assortiments de forets, qui seront d'abord employés pour donner aux travaux la plus prompte activité, et qui serviront ensuite de modèles, lorsqu'il faudra les renouveller.

Par rapport aux ouvriers intelligents, le Comité de Salut public convoqua les charpentiers de Paris dans la salle des électeurs, et les chargea d'élire entr'eux les cinquante citoyens les plus intelligents et les plus exercés. Il procura à ces cinquante citoyens toutes les instructions nécessaires ; il leur fit parcourir les différens ateliers de Paris, où l'on emploie des machines analogues à celles qu'ils devoient exécuter ; il leur en fit prendre les dessins, et il les distribua par brigades aux représentans du peuple, chargés d'établir les nouvelles fonderies.

Malgré ces mesures et un grand nombre d'autres, dans le détail desquels il seroit trop long d'entrer, le comité de Salut public avoit encore à redouter l'effet des préjugés qui, dans les fabriques, résistent à l'introduction des procédés nouveaux, et celui de l'ignorance, qui se déconcerte au premier revers, et ne sait pas profiter des tentatives infructueuses. Le moyen de surmonter encore cette dernière difficulté, étoit de répandre l'instruction.

Par son arrêté du 14 pluviôse, le comité de Salut public appella à Paris, de chaque district de la République, des

citoyens choisis parmi les canonniers de la garde nationale, pour y apprendre, dans des cours révolutionnaires, l'art d'extraire le salpêtre, le procédé nouveau du raffinage de cette substance, la nouvelle manière de fabriquer la poudre ; enfin, la fabrication des canons de bronze, pour le service de nos armées de terre, et de fer coulé, pour l'armement de nos vaisseaux. Il chargea de ces cours les citoyens :

| | |
|---|---|
| Fourcroy.<br>Pluvinet.<br>Dufourny. | Pour le salpêtre. |
| Guyton.<br>Carny.<br>Berthollet. | Pour la poudre. |
| Hassenfratz.<br>Monge.<br>Perrier. | Pour les canons. |

Et il arrêta que chacun des trois instituteurs, pour un même objet, feroit un cours complet, afin que les mêmes choses, par les manières différentes d'être exposées, devinssent claires pour tous les genres d'esprits.

Cette mesure a eu tout le succès que le Comité de Salut public s'en étoit promis. Les élèves envoyés par les Districts étoient pleins de zèle et d'intelligence; ils suivirent avec exactitude les cours du salpêtre et de la poudre qui se faisoient le matin à l'amphithéâtre du Jardin des Plantes, et ceux de la fabrication des canons qui se faisoient dans la salle des Électeurs de Paris. Le reste du jour étoit em-

ployé à visiter les ateliers de salpêtre des Sections de Paris, qui étoient déjà en activité, et à suivre les travaux de la fabrication des canons dans les quatre principales fonderies. La nuit, dans leurs casernes, ils rédigeoient les leçons de théorie et de pratique, qu'ils avoient reçues dans la journée, où ils s'occupoient du perfectionnement des procédés nouveaux. A la fin des cours, toutes les Sections de Paris se réunirent à eux, pour une fête dans laquelle ils présentèrent à la Convention le salpêtre brut qu'ils avoient extrait eux-mêmes des terres de leurs casernes, celui qu'ils avoient raffiné par les nouveaux procédés, la poudre qu'ils avoient faite, et une pièce de canon de bronze qu'ils avoient moulée au sable, coulée, forée et tournée, et qui, le même jour, soutint les épreuves d'usage.

Cette fête fut une des plus belles de celles qui ont eu lieu dans la révolution : toutes les Sections y assistèrent, portant l'hommage de leurs travaux en salpêtre, qu'elles avoient fait cristalliser sous des formes patriotiques, toutes très-aimables, et la plupart très-ingénieuses.

Les cours terminés, ceux des élèves qui ont voulu retourner chez eux, ont porté dans leurs districts les connoissances qu'ils avoient puisées dans les cours ; et ceux qui se sont mis à la disposition du Comité, ont été distribués, soit dans l'atelier de la raffinerie à l'Unité, soit dans celui de la fabrique de poudre de Grenelle, au succès de laquelle ils ont contribué, soit enfin dans les fonderies montées par les soins des quatre Représentans du Peuple, et où ils ont porté l'audace et la confiance nécessaires au succès de tout établissement nouveau.

Malgré le zéle des instituteurs, et l'ardeur avec laquelle les élèves ont reçu l'instruction des cours révolutionnaires, le Comité de Salut public a craint qu'une instruction aussi rapide, sur des objets aussi multipliés, et aussi nouveaux pour la pluspart des élèves, ne jetât pas des racines assez profondes; il a voulu rendre durable le bien qu'avoit produit une mesure révolutionnaire; il a desiré que l'art de la fabrication des canons fut décrit et publié, et pour cela il a pris l'arrêté suivant:

*Du 18 Pluviôse, an second de la République française une et indivisible.*

## ARRÊTÉ.

Le Comité de Salut public, considérant, qu'il est nécessaire de faire la description de la fabrication des canons, afin de donner à toutes les usines que l'on met en activité dans ce moment, les moyens de mouler, fondre et forer promptement les canons dont la République a bsoin.

ARRÊTE:

1° Qu'il sera fait une description des procédés employés dans la fabrication des canons, et que cette description sera accompagnée des gravures qui représentent les plans et les détails de toutes les parties de la fabrication.

2°. Que Gaspard-Monge sera chargé de cette description.

3°. Que les dépenses que ce travail occasionnera, seront payées sur les sommes mises à la disposition de la commission des armes et poudres.

*Signés*, les membres du comité.

C'est en exécution de cet arrêté que l'ouvrage que l'on présente ici a été rédigé.

Pour le rendre d'une utilité plus générale, on a tâché d'y exposer avec clarté ce que les dernières découvertes nous ont appris sur la nature du fer coulé, sur celle du fer forgé et enfin sur la composition de l'acier, et sur les procédés que l'on employe pour fabriquer tant l'acier naturel que celui de cémentation.

# L'ART DE FABRIQUER LES CANONS.

LA bonté d'une pièce de canon dépend et de la nature du métal qu'on emploie à la fabrication, et des procédés que l'on a suivis dans son exécution. Aussi, pour donner à cette instruction toute l'utilité dont elle est susceptible, nous la diviserons en deux parties.

Dans la première, nous traiterons des matières qu'on a coutume d'employer à la fabrication des bouches à feu, et des moyens de donner à ces matières les qualités convenables.

Dans la deuxième, nous détaillerons les procédés les plus avantageux, sur-tout pour une grande fabrication.

# PREMIÈRE PARTIE.

*DES MATIERES QUE L'ON A COUTUME D'EMPLOYER A LA FABRICATION DES BOUCHES-A-FEU.*

Jusqu'ici on n'a employé pour la fabrication des bouches-à-feu que trois matières différentes, le fer coulé, le fer forgé et le bronze, qui est un alliage de cuivre rouge avec un onzième d'étain fin. Ce que nous nous proposons de dire sur ces matières, se divise ainsi naturellement en deux chapitres. Le premier traitera de fer, et de la manière dont on le retire de la mine; le second aura pour objet le bronze.

## CHAPITRE PREMIER.

### *Du Fer.*

Les métaux se rencontrent rarement purs dans le sein de la terre; le fer sur-tout ne s'y trouve jamais avec les qualités qui lui sont propres; il y est toujours combiné avec d'autres matières, et il est nécessaire de connoître ces combinaisons pour avoir une idée juste du but des opérations des fourneaux et des forges, et être en état de discerner ce que les

procédés que l'on y suit ont d'utile, d'avec ce que les préjugés et l'ignorance ont pu y introduire.

Nous allons donc parler d'abord du fer considéré dans l'état de mine, puis nous exposerons les procédés par lesquels on le fait passer successivement à l'état de fer coulé, de fer forgé et d'acier.

## ARTICLE PREMIER.

### *De la Mine de fer.*

L'atmosphère dans laquelle nous vivons est un fluide de la présence duquel nous ne nous appercevons pas dans l'état habituel, à cause que nous sommes accoutumés dès l'enfance à l'impression qu'il fait continuellement sur nous ; mais dès que nous faisons quelques mouvements extraordinaires, nous reconnoissons son existence. Si nous agitons la main avec vitesse, nous éprouvons la résistance qu'il oppose au mouvement, nous sentons, par la fraicheur, l'impression qu'il fait sur la peau. C'est ce fluide qui supporte les oiseaux dans leur vol, et les ballons aérostatiques ; c'est lui, quand il est en mouvement, qui frappe les ailes des moulins à vent, et qui les fait tourner.

Ce fluide qu'on appelle *air* est lui-même le mélange de deux autres fluides distincts, et qui pourroient exister séparément ; l'un, qui entre environ pour un quart dans la composition de l'air atmosphérique, s'appelle *gas oxigène ;* c'est lui qui entretient la vie des animaux qui respirent : l'autre, se nomme *gas azote ;* il tempère la pro-

priété du premier qui, s'il étoit pur, rendroit trop active la respiration des animaux.

Le gas oxigène est l'agent nécessaire à toutes les combustions. Un corps, en effet, ne brûle que quand sa masse entière, ou du moins quelques-uns des principes qui le composent, se combinent et s'unissent au gas oxigène; et le résultat de cette union est quelquefois un autre fluide qui se dissipe dans l'atmosphère, comme dans le cas de la combustion du charbon; quelquefois c'est un liquide comme dans le cas de la combustion de l'air inflammable des ballons, qui donne de l'eau; d'autres fois enfin, c'est un corps solide. Dans tous ces cas, l'oxigène est enlevé à la matière de la chaleur qui lui donnoit la forme de fluide élastique, et cette matière rendue à elle-même est la cause de la haute température qui accompagne toujours les combustions.

Dans ce sens, tous les métaux sont des substances combustibles. Lorsque leurs molécules sont séparées par quelque moyen que ce soit, ou lorsqu'elles sont rendues moins adhérentes les unes aux autres par la chaleur, elles ont la faculté de se combiner avec l'oxigène; elles l'absorbent en le dépouillant de toute la matière de la chaleur qui lui donnoit l'état fluide. Elles perdent l'éclat métallique et la plupart des autres propriétés dont jouissent les métaux; leur poids augmente de tout celui de l'oxigène qu'elles ont absorbé; elles prennent une forme terreuse, et dans cet état, on leur donne le nom générique d'*oxides*. Ainsi les résultats de la combustion du fer, de l'étain, du plomb, etc. se nomment *oxide de fer*, *oxide d'étain*, *oxide de plomb*.

Un même métal peut être plus ou moins oxidé, suivant les circonstances dans lesquelles s'est opérée la combustion, et l'oxide qui en résulte a des qualités différentes. Ainsi, par exemple, lorsque le fer est complétement brûlé à l'air libre, le résultat de la combustion est une poudre fine, d'un beau rouge, et dont les molécules ont assez de dureté pour polir l'acier trempé. C'est la même matière que le rouge d'Angleterre qui se fait par un autre procédé moins coûteux. Dans cet état, le fer n'a pas absorbé tout l'oxigène auquel il peut être uni. La difficulté qu'éprouve le fer à comprimer l'oxigène et à le réduire à un volume trois ou quatre mille fois plus petit que celui qu'il a dans l'athmosphère, est un obstacle qui l'empêche d'en absorber autant qu'il le pourroit faire dans un autre circonstance. Mais, si à du fer pris dans un grand état de division, on présente de l'oxigène déjà comprimé par une autre matière à laquelle le fer puisse facilement l'enlever, il en absorbe plus que dans le premier cas; et l'oxide, qui de même est une poudre fine, est alors de couleur jaune; c'est la matière connue dans le commerce sous le nom d'*ocre*. Au contraire si l'on présente au fer l'oxigène engagé dans une matière à laquelle il tienne davantage, le fer en absorbera moins; ainsi, par exemple, si l'on met du fer rouge en contact avec de l'eau, il la décompose, et lui enlève l'oxigène, et le gas inflammable s'échape; mais la force avec laquelle l'oxigène tient à ce dernier gas, est un obstacle qui s'oppose à l'oxidation, et cette opération s'arrête d'elle-même lorsque le fer qui a d'autant moins de tendance pour l'oxigène qu'il en a déja plus absorbé, n'est plus en état de vaincre cet obstacle: alors

l'oxide est noir. Telles sont les écailles qui se forment à la surface du fer rouge, et qui résultent de la décomposition de l'eau que l'air atmosphérique renferme toujours.

Ainsi le fer peut être uni à l'oxigène dans toute espèce de proportion. Il peut d'abord en contenir assez peu pour que ses qualités métalliques ne soient point sensiblement altérées ; les meilleurs fers du commerce n'en sont jamais entièrement privés ; ils en contiennent tous plus ou moins, mais toujours en petite quantité. La dose d'oxigène peut ensuite être assez grande pour faire perdre au fer sa flexibilité, et le rendre fusible, sans cependant le priver de l'éclat métallique, alors ce métal est de la fonte de fer. La proportion d'oxigène peut augmenter jusqu'au point de détruire le brillant métallique, en conservant néanmoins encore au fer la faculté de cristalliser, c'est l'état du fer oxidé par la décomposition de l'eau. De plus grandes quantités d'oxigène, donnent enfin aux oxides de fer l'aspect tout-à-fait terreux ; il sont d'abord rouges, puis jaunes, et lorsque la quantité d'oxigène est aussi grande qu'il est possible, l'oxide est presque blanc.

Tous les autres métaux se composent d'une manière analogue, mais les différents états dans lesquels les mettent les différents degrés d'oxidation ne sont pas aussi bien connus, et d'ailleurs n'ont qu'un rapport trop éloigné avec notre objet pour que nous nous en occupions.

Les oxides métalliques se trouvent dans le sein de la terre; quelquefois on les y rencontre purs, le plus souvent ils sont combinés ou avec d'autres oxides, ou avec des matières combustibles, ou avec des substances terreuses auxquelles

ils sont adhérents ; et lorsqu'ils y sont en assez grande quantité pour en être extraits, on les appelle *mines métalliques*. Ainsi *la mine de fer* est un oxide de fer, le plus souvent combiné avec des matières terreuses, telles que l'argile, le sable fin, la pierre à chaux, etc. ou avec d'autres métaux, tels que l'arsenic, le manganèse; ou enfin avec des matières combustibles, telles que le soufre et le phosphore.

Les différents degrés d'oxidation du fer sont une des principales causes des différentes couleurs sous lesquelles on rencontre les mines de ce métal ; il y en a de noires, de brunes, de rouges, de jaunes, de grises et même de blanches; mais les autres matières avec lesquelles il est combiné peuvent aussi contribuer à cet effet, et la couleur n'est pas un indice certain du degré d'oxidation.

Le fer est répandu sur la surface de la terre avec une extrême profusion ; il y a peu de terres ou de pierres qui n'en contiennent plus ou moins. Toutes celles qui sont colorées en jaune, en rouge, et la plupart de celles qui sont brunes ne doivent ces couleurs qu'à l'oxide de fer qu'elles contiennent. Cependant il faut peu de cet oxide pour colorer, même d'une manière très-marquée, des terres et des pierres qui sans cela seroient très-blanches, et il s'en faut de beaucoup que toutes celles dont la couleur est même très-foncée puissent être regardées comme de véritables mines. Il faut pour cela que l'oxide entre pour une partie considérable dans la composition de la terre ou de la pierre ; qu'il serve au moins de liant ou de gluten aux autres parties intégrantes ; enfin que le métal y soit en assez grande quantité, pour augmenter notablement la pesanteur spéci-

fique de la masse ; et la mine est plus ou moins riche, suivant la quantité d'oxide qui entre dans la composition du minerai.

L'examen que les minéralogistes ont fait de la partie du globe de la terre que nous sommes à portée de connoître, leur a prouvé que depuis les sommets des plus hautes montagnes, jusqu'aux plus grandes profondeurs auxquelles on a occasion de parvenir, les masses de terre et de pierres ont été formées par des dépôts successifs qui se sont faits sous l'eau. Ces dépôts ont d'abord été dans un état de mollesse qui a permis à plusieurs substances de se cristalliser librement dans la masse, puis la pression qu'ils ont éprouvée de la part des masses qui successivement se sont placées par dessus, quelquefois à de très-grandes hauteurs, a contribué à les serrer et à les rendre plus compactes; enfin les matières terreuses tenues en dissolution dans l'eau, filtrant au travers ces couches et se cristallisant ensuite, ont pour ainsi dire collé les molécules les unes aux autres, et contribué à la dureté des masses qui varie suivant la nature et la quantité de la substance cristallisée.

Les masses se distinguent en général en deux classes; les unes ont conservé, sinon leur position primitive, du moins l'arrangement respectif qu'elles avoient entre elles, leurs couches sont encore distinctes, on pourroit les appeller *terrains antiques*; et parce qu'elles ont été formées à des époques très-éloignées les unes des autres, que même certaines d'entre elles proviennent évidemment des débris de quelques autres rassemblées sous l'eau ; on les divise en terrains primitifs, secondaires, tertiaires, etc. La

La seconde classe résulte des débris de toutes les espèces de terrains de la premiere, entraînés par les torrents ou par les courants, puis déposés le plus souvent sans ordre. Ces masses n'ont éprouvé que des compressions médiocres ; elles ont resté peu de temps sous l'eau ; elles n'ont point été exposées aux filtrations de matières cristallisables, et elles n'ont pas contracté une grande dureté ; ce sont elles qui remplissent les fonds des vallées, et qui forment quelquefois, même à une assez grande profondeur, la première couche du globe de la terre, on les nomme *terrain d'alluvion*.

Les mines de fer peuvent se trouver dans les terrains antiques et dans ceux d'alluvion.

Les premieres donnent presque toujours un fer de bonne qualité, c'est-à-dire doux et nerveux. Dans les mines, l'oxide de fer est, ou sans mélange de matieres terreuses, comme dans la mine de l'isle d'Élbe, et dans quelques-unes de celle de Hongrie et de Suéde, ou combiné avec des matieres terreuses, comme dans la mine spathique, qui peut être ou blanche, ou grise, ou brune. Les unes et les autres peuvent être cristallisées ou non-cristallisées ; elles composent ce qu'on nomme en général *mines en roches*.

Dans les terrains d'alluvion la mine de fer se trouve le plus souvent en grains épars dans la terre et arrondis ; elle provient alors des débris des mines qui se trouvoient dans des montagnes de terrains antiques, et qui ont été chariés et déposés par des courans d'eau ; elle est pour l'ordinaire mêlée avec une assez grande quantité de terre dont il faut la dépouiller avant que de la porter au fourneau. Pour cela

on l'expose à l'action d'une eau courante dans laquelle on l'agite. La terre qui ne contient point d'oxide et qui est plus légère est entraînée au loin, les grains de mine qui sont plus lourds se déposent promptement, et on les recueille pour les porter à la fonderie ; c'est ce qu'on appelle *laver la mine.*

Cette espèce de mine contient assez souvent du phosphore dont on ne sauroit la dépouiller entièrement par toutes les opérations qu'on lui fait subir dans les forges, et le fer forgé qui en résulte a le défaut d'être cassant à froid. Il se forge bien à chaud, il se soude même plus facilement que le fer de bonne qualité ; mais à froid il n'est pas flexible, et il ne peut servir à aucun des objets qui exigent quelque résistance ou de la flexibilité.

Il est facile de reconnoître si une mine contient du phosphore ; pour cela il faut en piler une certaine quantité, la convertir en poudre fine, la mettre dans une phiole à médecine, verser dessus de l'acide sulfurique (connu dans le commerce sous le nom d'acide vitriolique) et la mettre sur des cendres chaudes, ou sur un bain de sable, jusqu'à ce que l'acide ait bouilli au moins pendant un quart-d'heure ; puis il faut filtrer la liqueur et ensuite l'étendre avec trois ou quatre fois son volume d'eau pure. Si la mine contient du phosphore, la liqueur se trouble, et il se rassemble peu-à-peu au fond du vase une poudre blanche qui n'est autre chose que du phosphore combiné avec du fer. Dans ce cas, le fer qui résultera de l'exploitation de cette mine sera cassant à froid; mais si la liqueur, après plusieurs jours, ne se trouble pas et ne donne pas de matière blanche au fond du vase ;

la mine est de bonne nature, et le fer qui en proviendra sera doux.

Indépendamment de ces deux espèces générales de mines de fer, il y en a dans la Dalécarlie quelques-unes d'un autre ordre. La terre contient à sa surface un grand nombre de pyrites qui sont une combinaison de soufre et d'oxidé de fer; par l'exposition à l'air et à l'humidité, le fer contenu dans les pyrites s'oxide davantage; les pyrites s'effleurissent et se décomposent, et l'oxide jaune entraîné par les eaux pluviales et par les courants des ruisseaux, se rend dans les marais au fond desquels il se rassemble. On l'exploite à des époques réglées par l'expérience, et il se répare ensuite de la même manière.

On voit donc que la mine de fer est l'oxide de ce métal combiné ou simplement mêlé avec des substances terreuses; ainsi le but des opérations successives auxquelles on la soumet dans les fourneaux et dans les forges doit être d'abord de dégager l'oxide de toutes les matières terreuses, et ensuite de lui enlever l'oxigène qui prive le fer de ses qualités métalliques.

## Article II.

### *Du fer coulé.*

Pour séparer le fer des matieres terreuses avec lesquelles il est combiné ou mêlé dans la mine, il faut faire entrer le minerai en fusion par le moyen du feu. Pour cela, après l'avoir concassé, lorsque cela est nécessaire, on le jette avec du charbon en doses convenables dans un fourneau,

haut de dix-huit ou vingt pieds, et dans lequel l'activité du feu est entretenue par l'action continuelle du vent de deux grands soufflets placés vers le bas du fourneau, et mis en mouvement par une roue qu'un courant d'eau fait tourner. A mesure que le charbon se consume par le vent des soufflets, ce qui excite une très-haute chaleur dans le bas du fourneau, et lorsque le minerai entre en fusion, la charge du fourneau s'abaisse; les masses qui la composent acquièrent en descendant une température qui va toujours encroissant, et elles arrivent enfin près du vent des soufflets où elles éprouvent le grand coup de feu qui les met en fusion. Cette consommation est réparée, à des intervalles réglés, par de nouvelles doses de minerai et de charbon que l'on jette dans le fourneau par son orifice supérieur. Les matières fondues au foyer tombent goutte-à-goutte dans un petit espace placé immédiatement au-dessous du vent des soufflets, et que l'on nomme creuset; elles s'y rassemblent en un bain que la chaleur entretient dans l'état de liquide. Les matières métalliques, comme plus pesantes, se réunissent au fond du bain, et les substances terreuses forment une matière vitreuse plus ou moins liquide et qui surnage, c'est ce qu'on nomme le *laitier*. De deux heures en deux heures environ on fait écouler le laitier par un orifice placé d'une manière convenable pour cet effet; le métal continue toujours de se rassembler au fond du creuset où sa masse s'accroît, et enfin, après un intervalle de vingt-quatre heures, on perce au fond du creuset une ouverture par laquelle le métal fondu s'écoule, ou pour être converti en gros lingots auxquels on donne ordinairement le nom de *Gueuses*, ou pour être introduit dans des moules

suivant sa destination ; c'est ce qu'on nomme *fonte ou fer coulé.*

Pour bien faire entendre l'opération compliquée qui se passe dans le fourneau, et dont nous venons de donner une description rapide, il faut entrer dans de plus grands détails.

Les substances terreuses avec lesquelles l'oxide de fer est le plus souvent mêlé dans le minerai sont l'argile, le sable fin et la terre calcaire ou pierre à chaux. Chacune de ces trois substances, prise séparément, est infusible, et le plus grand degré de feu que nous puissions exciter dans nos fourneaux ne peut l'amollir ; mais lorsqu'elles sont mêlées toutes les trois ensemble en doses convenables, et qu'elles sont exposées à l'action du feu, elles entrent facilement en fusion, et elles forment un verre que la chaleur du foyer du fourneau entretient dans l'état liquide.

Dans quelques mines, l'oxide de fer est mêlé avec ces trois substances à-la-fois, et alors il n'y a rien à ajouter au minerai et au charbon qui composent la charge du fourneau pour que la fusion puisse s'opérer et que le métal se sépare au fond du creuset ; mais le plus souvent c'est avec une seule ou tout au plus deux de ces substances que l'oxide est combiné, et si l'on n'ajoutoit rien d'autre dans la charge, le minerai ne se fondroit pas, le métal ne se rassembleroit pas dans le creuset, la charge du fourneau ne s'abaisseroit pas, et l'opération seroit bientôt arrêtée.

Lorsque dans le minerai l'oxide est mêlé avec de l'argile et du sable ; il faut ajouter une dose convenable de pierre à chaux concassée à laquelle on donne dans les forges le nom

de *castine*, des deux mots allemands *calk stein* qui signifient pierre à chaux, et cette dose se détermine dans chaque fourneau par l'expérience, de manière que d'une part il y ait assez de castine pour que les matières terreuses entrent dans une véritable fusion, et que dans le bain du creuset le métal puisse facilement se séparer, et pour que de l'autre la quantité de castine ne soit pas excédente, ce qui entraîneroit des frais inutiles d'extraction et une consommation en pure perte de charbon. Alors la charge réglée du fourneau est composée d'un nombre déterminé de mesures de charbon, de mesures de minerai et de mesures de castine.

Au contraire, lorsque c'est avec la pierre à chaux que l'oxide est mêlé dans le minerai, il faut ajouter à la charge, de l'argile commune, qui est ordinairement composée d'argile proprement dite et de sable; cette espèce de fondant s'appelle alors *Arbue*.

Dans des vues économiques, lorsque les maîtres de forges ont le choix entre plusieurs fondants de l'espèce qui leur est nécessaire, ils choisissent ceux qui contenant de l'oxide de fer, contribuent à une augmentation de produit; mais le plus souvent l'oxide qui se trouve dans les fondants, dans la castine ou dans l'arbue, est mêlé avec du phosphore qui se distribue dans la fonte et communique au fer qui doit en résulter la mauvaise qualité d'être cassant à froid. Cela est sans inconvénient quand la mine principale ne donne pas du fer de meilleure nature; mais quand cette mine peut donner du bon fer; il faut prendre garde d'en altérer la qualité, et il vaut mieux alors n'employer que des fondants pauvres ou du moins qui ne contiennent ni phosphore ni métaux étrangers

qui puissent communiquer au fer des mauvaises qualités.

L'oxide de fer lui-même éprouve des altérations dans l'opération du fourneau. Nous avons vu que cette substance est le résultat de la combinaison du fer avec une quantité plus ou moins grande d'oxigène, qui excède quelquefois le tiers de son poids. Le charbon, lorsqu'il est rouge, a aussi la faculté de se combiner avec l'oxigène; il s'y attache même avec plus de force, et il l'enlève à presque toutes les autres substances. Ainsi dans le haut fourneau, lorsque la combustion du charbon, accélérée par le vent des soufflets, a élevé la température du foyer au point d'opérer la fusion du minerai, le métal dégagé des matières terreuses est exposé à l'action du charbon incandescent qui lui enlève une grande partie de l'oxigène; mais cette opération se fait d'une manière extrêmement rapide, elle ne peut durer que pendant le temps très-court que la goutte de minerai fondu reste suspendue à la voûte du foyer, et qu'elle tombe dans le bain où, se noyant sous la couche du laitier, elle se soustrait pour la suite à l'action du feu et du charbon. Pendant ce temps, le charbon ne peut dépouiller entièrement l'oxide de son oxigène; il ne peut même le lui enlever d'une manière constante et uniforme. Le fer en perd assez pour reprendre le brillant métallique, il en retient encore assez pour être fusible et fragile, et pour n'être pas susceptible de s'alonger sous le marteau.

Si dans la charge du fourneau l'on n'employe que la dose de charbon nécessaire pour fondre le minerai, et absorber l'oxigène de l'oxide, la fonte de fer que l'on obtient est blanche et brillante dans sa cassure; elle est

dure, et se laisse difficilement entamer à la lime; elle ne peut servir à former les objets qui doivent être reparés à l'outil après la coulée, ni ceux qui doivent être capables de grande résistance. Elle est principalement propre à la fabrication du fer forgé; elle ne sauroit être employée à la confection des canons.

Quand dans la charge on excède la quantité de charbon nécessaire aux opérations précédentes, la fonte change de nature et d'aspect. En effet non-seulement le fer et le charbon, quand ils sont rougis par la chaleur, ont tous deux la faculté de se combiner avec l'oxigène; ils ont encore celle de se combiner l'un avec l'autre, en sorte que le fer absorbe du charbon, et s'en pénètre jusque dans son intérieur, à-peu-près comme le bois sec absorbe de l'eau. Lors donc que dans le fourneau, il y a plus de charbon que le vent des soufflets et l'oxigène de l'oxide ne peuvent en brûler, l'excèdent est absorbé par le métal qui l'entraîne dans le bain, et reste combiné avec lui tant qu'il est exposé à la haute température du fourneau; alors la fonte refroidie n'est plus blanche dans sa cassure; elle est grise selon qu'elle contient plus ou moins de charbon.

Comme la fonte n'est grise que quand il y a eu assez de charbon dans le fourneau, le coup de feu qu'elle a éprouvé est plus considérable, sur-tout si l'on a accéléré le vent des soufflets; elle a plus perdu d'oxigène, elle approche plus, sous ce point-de-vue, de la nature du fer doux, elle a plus de ténacité, elle est moins fragile, et elle est propre à la confection des objets qui doivent être capables de resistance; elle est aussi plus facile à entamer à l'outil, et c'est pour

ces deux raisons qu'on exige que les pièces de canons qui doivent être forées, et qui doivent ensuite résister à de grands efforts, soient toutes faites avec de la fonte grise.

Nous venons de voir que le fer peut se combiner avec le charbon et en absorber ; mais il ne jouit de cette faculté que quand il est rouge. A mesure qu'il se refroidit, son adhérence au charbon diminue, il abandonne peu-à-peu celui qu'il tenoit en dissolution, et le charbon abandonné, non-combiné, se trouve épars en petites molécules qui sont noires après le refroidissement de la fonte, et qui sont la cause de la couleur grise qu'elle présente dans sa cassure. Lorsque le refroidissement est très-lent, pendant tout le temps que la fonte est encore liquide, le charbon peut se réunir en molécules plus grosses, plus sensibles, et dont la couleur, qui est noire après le refroidissement se prononce d'une manière plus marquée ; mais si le refroidissement est rapide, la fonte se durcit avant que les molécules de charbon se soient réunies ; elles sont plus divisées, leur couleur noire est moins sensible après le refroidissement, et la fonte est moins grise, quoiqu'elle contienne autant de charbon. On voit donc pourquoi la même fonte grise ne présente pas toujours la même couleur dans sa cassure, et pourquoi en général celles dont le refroidissement a été plus rapide sont plus blanches.

Puisque les molécules de charbon, disséminées dans la fonte grise, ne sont point combinées au métal, elles ne contribuent point à sa ténacité ; au contraire si elles en étoient extraites, et si leurs places étoient remplies par du métal, la ténacité de la fonte seroit plus grande ; aussi quand on

fait refondre de la fonte grise au fourneau de reverbère, la quantité de charbon qu'elle contient diminue, tant parce qu'une partie du charbon se brûle dans la fusion, que parce que celui qui ne peut sur-le-champ rentrer en dissolution est repoussé à la surface, et la fonte qui résulte de cette opération est plus blanche, et a une ténacité plus grande. Si donc on préfère la fonte grise pour la confection des canons, ce n'est pas parce qu'elle contient du charbon qui diminue sa ténacité; c'est parce que le charbon ayant été en plus grande proportion dans le fourneau, et le coup de feu ayant été plus grand, le métal a plus perdu d'oxigène, et approche plus à cet égard de la nature du fer pur; c'est aussi parce que le charbon donne à la fonte la faculté d'être plus facilement entamée par le foret. Il faut cependant prendre garde de tomber à cet égard dans l'excès; parce que la fonte trop grise ou noire perd plus de sa ténacité par la grande quantité de charbon qu'elle renferme, qu'elle n'en a gagné en abandonnant plus d'oxigène.

Il est facile de s'assurer d'avance si la ténacité d'une certaine fonte est suffisante pour servir à la confection des canons, et ce procédé a déja été mis en usage à la fonderie du Creusot, près Montcenis. Pour cela on fait couler un lingot de trois pouces carrés et d'environ quinze ou dix-huit pouces de longueur; ce lingot s'introduit par une de ses extrémités dans une boîte de fonte scellée dans un mur solide, et qui présente dans son intérieur un point d'appui sur lequel repose le lingot; on fixe à l'autre extrémité un levier de fer forgé retenu au lingot par une bride de fer, et portant, à six pieds six pouces de distance du point d'appui,

un plateau de balance; enfin, on charge ce plateau de poids successifs, jusqu'à ce que la charge détermine la rupture du lingot. Si le lingot peut supporter 1500 livres dans le plateau de balance avant que de se rompre, la fonte a assez de ténacité pour être employée à la confection des pièces d'artillerie. Les planches présentent le dessin de ce procédé.

Le charbon que l'on a coutume d'employer en France, pour alimenter les hauts fourneaux est celui de bois, et il est à-peu-près indifférent pour cet usage de quelle espèce de bois provient le charbon. Seulement, ainsi que nous le verrons en traitant du fer forgé, le charbon des bois tendres étant préférable pour les opérations des forges où l'on affine la fonte, lorsqu'un maître de forge exploite en-même-temps une forge et un fourneau, et qu'il est à portée de faire un choix de charbon, il destine celui des bois durs pour le fourneau, et il réserve pour la forge celui des bois tendres. Cependant à la fonderie du Creusot près Montcenis, où indépendamment des fourneaux de reverbère, propres à refondre la fonte, il y a trois grands fourneaux de quarante pieds de hauteur chacun, ce n'est pas du charbon de bois que l'on employe pour les alimenter, c'est du charbon de terre, fourni par une mine qui est dans le lieu même. Mais le charbon de terre ne s'emploie pas dans l'état où il est au sortir de la mine; parce que le bitume de ce charbon, en se distillant dans toute l'étendue de la charge, aggluti-neroit toutes les parties qui la composent, et n'en formeroit plus qu'une seule masse qui ne pourroit plus descendre, et que l'opération du fourneau ne pourroit pas se continuer. Pour remédier à cet inconvénient on brûle tout le bitume

du charbon, soit dans des fours de maçonnerie, soit en recouvrant le tas avec du même charbon; et lorsque la combustion ne produit plus de flamme, on étouffe le feu. Cette opération à beaucoup d'analogie avec celle par laquelle on cuit le bois dans les forêts pour le convertir en charbon. Le charbon de terre, privé de son bitume par l'opération dont nous venons de parler, ne brûle pas avec la même facilité que celui de bois; il a besoin d'un vent plus actif et d'un air plus comprimé. On lui donne le nom de *Coak*.

En résumant cet article, on voit que la fonte ou le fer coulé est l'oxide de fer, auquel le charbon mis dans le fourneau a enlevé une assez grande quantité d'oxigène pour qu'il ait repris l'éclat métallique. Mais il en conserve encore une portion qui le rend fusible et cassant. La fonte est blanche quand elle n'est composée que de fer et d'oxigène, et dans cet état, elle est principalement propre à être convertie en fer forgé; elle peut en outre contenir du charbon, et alors elle est plus ou moins grise, suivant la quantité de ce combustible qu'elle renferme; lorsqu'elle est simplement grise, elle a plus de ténacité, elle est moins fragile, elle est plus facile à entamer à l'outil, et par là, elle est plus propre à entrer dans la composition des piéces d'artillerie.

## ARTICLE III.

### *Du fer forgé.*

Pour convertir la fonte blanche en fer forgé, il faut la dépouiller de tout l'oxigène que le charbon des fourneaux

n'a pu lui enlever ; cette opération se nomme *affinage*, et elle se fait dans les grosses forges.

La fonte que l'on destine à l'affinage est coulée, à la sortie du fourneau, en gros lingots que l'on nomme *gueuses*. Après avoir conduit la gueuse à l'usine où elle doit être affinée, on l'expose, par une de ses extrémités, à l'action du feu d'une forge alimentée par du charbon de bois, et animée par le vent de deux soufflets qu'une roue à eau entretient toujours en mouvement. Cette forge se nomme *affinerie*.

L'extrémité de la gueuse placée un peu au-dessus du vent des soufflets, et environnée de charbons ardents, s'échauffe, entre peu-à-peu en fusion, et tombe goutte-à-goutte dans un creuset pratiqué au-dessous du vent, et où elle est d'abord en contact avec des charbons. Le métal, en vertu de sa pesanteur, se rassemble naturellement au fond du creuset; mais l'ouvrier qui conduit l'opération, et qu'on nomme *affineur*, le soulève de-temps-en-temps avec un ringart, et le remet presque continuellement à portée de toucher le charbon. Au moyen de ces contacts variés et répétés, le charbon enlève peu-à-peu au fer tout l'oxigène qu'il retenoit encore dans l'état de fonte, et qui le rendoit fusible; le fer, sans éprouver de refroidissement, en perdant son oxigène perd aussi la fluidité qu'il avoit d'abord, et il prend peu-à-peu l'état pâteux. A mesure que la gueuse se fond par l'extrémité exposée au feu, on la pousse pour entretenir l'opération, et au bout de quelques heures, lorsque la masse du métal qui se trouve dans le creuset, et qu'on appelle *loupe*, est à-peu-près de quatre-vingts ou cent livres, l'affineur la rassemble, la retire du creuset avec de grosses tenailles, et la porte sur

l'enclume, où un gros marteau du poids de cinq ou six cents livres, et mis en mouvement par une roue à eau, en la frappant, en exprime et chasse au loin toutes les parties qui étant encore liquides ne sont pas du fer affiné. Ces parties liquides, que la compression du marteau exprime de la loupe, proviennent de quelques portions de laitier qui pouvoient rester dans la fonte, des molécules de terre qui adhéroient à la surface de la gueuse, et principalement des dernières gouttes de fonte qui n'ayant pas été assez long-temps exposées au charbon n'ont pas perdu tout l'oxigène, ni la fusibilité qu'il leur communique. Ce qui reste sur l'enclume étant retourné alternativement dans les deux sens, se soude, prend une forme carrée, et commence à s'alonger jusqu'à ce que le refroidissement ne permettant plus de continuer l'opération, on le reporte au feu de l'affinerie pour lui redonner la chaleur nécessaire.

Pendant que cette piéce se réchauffe, la gueuse continue de se fondre, de fournir la matière de la loupe suivante, et l'affineur la soigne de la même manière.

La piéce étant rechauffée, elle est portée de nouveau sous le marteau qui l'alonge davantage, et en exprime d'une manière encore plus exacte, toutes les parties qui sont encore fusibles. Après le refroidissement elle est portée à une autre forge que l'on nomme *chaufferie*, et dont l'objet est en effet de donner à la piéce les chaudes succesives qu'elle exige pour être réduite en barres, avec les dimensions qui conviennent à sa destination.

Dans ce nouvel état, le fer a bien changé de nature. La fonte étoit fusible et fragile, et elle avoit une grande dureté;

le fer au contraire, au sortir de l'affinerie, ne peut plus entrer en fusion, le plus grand feu de nos ateliers ne peut que l'amollir et l'amener à l'état pâteux ; il est doux et peut être entamé par la lime et par le burin ; il est flexible à chaud et à froid ; il cède au marteau, il s'étend au laminoir et s'alonge à la filière.

Lorsqu'à l'affinerie le fer forgé a été converti en barres de grosses dimensions, il n'a pas éprouvé de fortes et fréquentes compressions, il n'a pas subi de grands alongements ; quoiqu'il soit déja flexible, il ne l'est pas encore autant qu'il peut l'être, et sa cassure est encore assez souvent blanche, brillante et lamelleuse; mais quand il est réduit à de petites dimensions, il a été mis plus souvent à la chaufferie en contact avec le charbon qui lui a enlevé plus d'oxigène, le martean en a exprimé plus complétement tout ce qui étoit fusible, et l'alongement considérable qu'il a subi a changé l'arrangement que tendoient à prendre ses molécules ; il les a, pour ainsi dire, disposées de file. Il est beaucoup plus flexible ; il ne peut se rompre qu'après avoir été plié plusieurs fois en sens contraire ; il se déchire plutôt qu'il ne se casse, et sa fracture n'a plus rien de brillant : elle est sombre et fibreuse, et c'est aux fibres qu'elle présente, qu'on donne le nom de *nerf ;* c'est le fer dans le plus grand état de pureté que nous connoissions.

Le nerf du fer forgé ne tient donc point à sa nature, il est le résultat d'un alongement forcé, sur-tout à froid ; le fer le perd lorsqu'on le rammollit par une chaude suante, il le reprend sous le marteau sans changer de nature.

Nous avons vu que le charbon brûle avec plus de facilité

que le fer, qu'il s'empare avec plus de force de l'oxigène, et que même il l'enlève à ce métal ; mais tous les charbons ne jouissent pas au même dégré de cette propriété.

Tout le monde sait que le charbon de terre, quoiqu'il soit plus dense, et qu'il contienne plus de matière combustible sous le même volume, brûle avec moins de facilité que les charbons de bois ; il a besoin d'un plus grand courant d'air. Lorsque sa combustion est déterminée, il donne, à la vérité, un plus grand coup de feu, mais pour la déterminer, il faut l'exposer à l'action d'un air fortement comprimé.

Il en est de même des charbons des differents bois comparés entre eux. Celui des bois durs, de chêne, par exemple, s'éteint dans des circonstances où celui des bois tendres continue à brûler et se réduiroit en cendres. L'opération de l'affinage de la fonte, ayant principalement pour objet de lui enlever jusqu'aux dernières molécules d'oxigène, on sent que toutes les espèces de charbons ne sont pas également propres à cet usage. D'abord le charbon de terre, celui même auquel, par la cuisson, on a enlevé son bitume ne peut servir à l'affinage ; il attire bien l'oxigène avec assez de force pour enlever au fer dans le fourneau celui qui tient le moins, et reduire le métal à l'état de fonte ; mais il ne l'attire pas assez pour arracher dans le creuset de l'affinerie, jusqu'aux dernières molécules, celui qui tient le plus. Aussi les charbons de bois sont les seuls que l'on emploie dans les grosses forges.

Parmi ces derniers, ceux des bois tendres, tels que le hêtre, le pin, le sapin, qui brûlent avec plus de facilité, sont

sont beaucoup plus propres à dépouiller la fonte de l'oxigène, que ne le sont ceux de chêne et des autres bois durs. C'est pour cette raison que, dans les travaux des forges, on a coutume de réserver cette espèce de charbon pour les affineries.

Les forêts qui alimentent les célèbres forges de la Suède, sont toutes en pins ou sapins, et c'est vraisemblablement à cette circonstance que les meilleurs fers de ces contrées doivent leur supériorité sur ceux de France ; car la seule différence que l'analyse ait fait appercevoir entre ces deux espèces de fer, c'est que ceux de Suède sont un peu plus dépouillés d'oxigène, ce qui les rend et plus doux à la lime et plus flexibles.

Le même charbon n'est pas toujours également propre aux opérations de l'affinerie. Lorsqu'il a été rassemblé pendant quelque temps dans le magasin, il a pris de l'humidité, il est moins combustible. Les maîtres de forges préfèrent de l'employer dans cet état, parce que, comme il brûle avec moins de facilité, les travaux de l'affinerie en consomment moins ; mais aussi le fer est moins affiné et moins doux. Au contraire, lorsqu'on emploie le charbon au sortir de la forêt, la consommation est plus grande, l'opération est plus dispendieuse, mais le fer est beaucoup meilleur, parce que le charbon brûlant avec plus de facilité a plus complétement dépouillé le fer, de l'oxigène.

Tout l'art de l'affineur, lorsqu'il traite de la fonte blanche, consiste donc à agiter souvent le métal qui est au fond de son creuset, afin de renouveller les contacts avec le charbon ardent ; à tenir le métal en état de division le

plus long-temps qu'il peut, afin de multiplier ces contacts; enfin, à ne pas soulever le métal jusqu'à la hauteur du vent des soufflets, et sur-tout à ne pas l'exposer directement au vent, parce qu'alors il oxideroit le fer, et qu'il feroit précisément le contraire de ce qu'il se propose.

Jusqu'ici nous avons supposé que c'étoit de la fonte blanche qu'il s'agissoit d'affiner. Lorsque la fonte est grise l'opération est plus difficile; elle doit atteindre le double but d'arracher à la fonte l'oxigène qui prive le fer de ses qualités métalliques, et de la dépouiller du charbon qui lui donne sa couleur, et qui donne au fer forgé de la fusibilité et de la dureté.

Si la fonte est peu grise, c'est-à-dire, si la quantité de charbon qu'elle contient est peu considérable, le procédé que l'on suit diffère peu de celui que nous venons de décrire; il faut seulement que l'affineur, en agitant avec le ringard la matière qui est dans son creuset, la soulève plus haut, et la ramène souvent au vent des soufflets, afin que le charbon puisse se brûler et se dissiper. Il expose par-là son fer à s'oxider de nouveau; mais cela même est avantageux; parce que le fer oxidé, en retombant dans le creuset, porte de l'oxigène qui procure la combustion du charbon contenu dans les masses environnantes. Il résulte de-là seulement que l'opération de l'affinage est plus longue et plus dispendieuse.

Quand la fonte est très-grise, c'est-à-dire, quand elle contient beaucoup de charbon, on ne suit plus la même marche qui seroit trop longue, et qui donneroit lieu à une

trop grande consommation de combustible ; on a recours à d'autres procédés qui varient suivant les pays.

Dans les forges de Stirie, on commence par convertir en lames minces toute la fonte à la sortie du fourneau. Pour cela, après avoir pratiqué dans le sol, un enfoncement auprès du fourneau, on perce le creuset, et la fonte s'écoule par une rigole dans cet enfoncement où elle se met en bain. En jettant ensuite de l'eau froide sur le bain, on refroidit subitement sa surface qui se durcit en plaquettes solides que l'on retire ; on repète de semblables refroidissements successifs jusqu'à ce qu'on ait ainsi converti toute la masse en plaquettes minces ; puis on dispose les plaquettes sur l'aire de la forge, de manière qu'elles forment une espèce de canal dans la direction du vent des soufflets ; on recouvre ce canal, de charbons que l'on allume, et on fait jouer les soufflets. Les charbons, en se brûlant, échauffent les plaquettes, et les font rougir ; le vent des soufflets, en parcourant le canal, lèche les plaquettes, et, en brûlant peu-à-peu le charbon qu'elles contiennent, les ramène insensiblement à l'état de fonte blanche. Alors elles sont susceptibles d'être affinées à la manière ordinaire, et c'est en effet ce que l'on pratique.

En Angleterre, où tous les fourneaux sont alimentés par du coak, c'est-à-dire, par du charbon de terre dépouillé de son bitume, les fontes sont toutes très-grises, et l'on n'a pas encore de procédé général pour les affiner. Cependant, dans quelques forges, on a employé avec quelques succès le procédé suivant. Après avoir cassé la fonte en petits morceaux et en avoir rempli des pots de terre, capables

de soutenir un grand coup de feu, on met les pots dans un fourneau de reverbère que l'on échauffe avec du charbon de terre. La fonte entre en fusion, et pousse à la surface du bain une grande partie du charbon qu'elle contient avant que de le dissoudre, et par-là elle blanchit et devient plus susceptible de l'affinage. Ce procédé pourroit être perfectionné en mêlant dans les pots, de l'oxide de fer avec la fonte, ou en laissant rouiller la fonte avant que de l'y mettre; car on introduiroit de l'oxigène qui, servant à la combustion du charbon, le feroit dissiper d'une manière plus complète.

En général les fers forgés qui proviennent de l'affinage de la fonte grise ne sont jamais entiérement dépouillés de charbon; parce que le bas prix du fer ne permet d'employer que des procédés grossiers. Ces fers sont moins doux et moins flexibles; ils sont plus durs, plus rigides; le charbon qu'ils contiennent leur donne un léger degré de fusibilité au moyen duquel ils se soudent mieux : on les préfère pour les objets qui sont susceptibles de s'user par le frottement.

Puisque l'on est maître, en variant la dose du charbon dans la charge du fourneau, d'avoir à volonté de la fonte blanche ou de la fonte plus ou moins grise. On voit que quand on se propose d'avoir du fer forgé, il ne faut pas faire de la fonte grise dont l'affinage est plus long, plus difficile et plus dispendieux.

Dans tout ce qui précède, nous avons supposé que l'on n'avoit employé que de la bonne mine dans le fourneau; mais, suivant la qualité de la mine, le fer forgé peut être exposé à avoir deux vices principaux.

1°. Si la mine contient du phosphore, cette substance résiste à l'action du fourneau, et reste en grande partie dans la fonte; elle résiste de même à celle de l'affinage, et elle se retrouve dans le fer forgé; alors le fer et très-facile à traiter à chaud, il se soude parfaitement; mais à froid il est très-cassant, il ne sauroit se plier; on a beau le forger il ne prend point de nerf; il ne peut servir à faire de la tôle, ni du fil de fer, ni aucun objet qui exige de la flexibilité.

2°. Si la mine contient de l'arsenic, qui est l'oxide d'un métal blanc et fusible, une grande partie de ce métal se dissipe à la vérité dans le fourneau et dans l'affinerie; mais il en reste toujours dans le fer forgé. Comme ce métal entre en fusion à la chaleur qui fait simplement rougir le fer, les molécules du fer n'ont presque point d'adhérence à chaud; la barre ne peut se plier, elle se gerse et se fend; elle exige les plus grands ménagements pour être travaillée, mais à froid elle est flexible et capable de résistance.

Enfin le plus mauvais fer est celui qui réunit à-la-fois ces deux mauvaises qualités, et qui est cassant à froid et à chaud.

Il résulte de cet article que le fer forgé est le métal dans le plus grand état de pureté auxquel on puisse le porter. Que l'objet de l'affinerie est d'enlever au fer tout l'oxigène qui a résisté dans le fourneau à l'action du charbon, et que pour cela il faut employer les charbons les plus combustibles. Que si la fonte est grise, il faut brûler le charbon qu'elle contient en l'exposant à un courant d'air capable de produire cet effet.

Quelque soin que l'on prenne dans les forges, on ne remplit jamais parfaitement ces deux intentions, et les meilleurs fers contiennent toujours encore un peu d'oxigène et un peu de charbon.

## I V.

### *De l'Acier.*

L'acier est du fer affiné qui a absorbé du charbon, et c'est principalement par la quantité de charbon qui se trouve uni au fer, et par la manière dont le charbon est distribué dans la masse, que les aciers diffèrent entre eux.

On a deux procédés différents pour faire de l'acier; l'un consiste dans la manière dont on affine la fonte grise, et l'acier qui en résulte s'appelle *acier naturel* ou *acier de forge;* dans l'autre, on met le fer forgé à portée d'absorber du charbon, et le résultat se nomme *acier de cémentation.* Comme dans ce dernier procédé, les opérations sont plus simples et plus dégagées de tout ce qui pourroit détourner l'attention, c'est par lui-que nous allons commencer.

*De l'acier de cémentation.* Dans un fourneau capable de recevoir un assez grand coup de feu, on construit, en briques maçonnées avec de l'argile, une ou plusieurs caisses d'une longueur proportionnée à celle des barres de fer que l'on veut convertir en acier; puis, après avoir pilé du charbon de bois, on commence par en mettre, au fond de la caisse, un premier lit bien battu; sur ce lit on met un premier rang de barres de fer separées les unes des autres environ d'un pouce; on recouvre ce rang d'un second

lit de charbon pilé et battu, et on le charge d'un second rang de barres; on continue ainsi, lit par lit, en faisant en sorte que les barres de fer, par-tout enveloppées de charbon, ne se touchent pas, et on termine à quelques pouces du bord par un lit de charbon; enfin, pour fermer la caisse et empêcher que le charbon qu'elle contient ne se brûle par son contact avec l'air du fourneau, on achève de la remplir par une couche de sable fin bien lavé d'un pouce ou deux d'épaisseur. Cela fait on met le feu au fourneau. Peu importe quel combustible on emploie, ce peut être indifféremment du bois ou du charbon de terre. On fait rougir la caisse, et on entretient le feu pendant huit ou dix jours. Au bout de ce temps on laisse refroidir le fourneau; puis on découvre la caisse, et l'on trouve dans l'intérieur le charbon noir et non brûlé, et l'on en retire les barres qui sont converties en acier.

Par cette opération, la nature du métal est bien changée; d'abord son poids est augmenté. Si l'on a mis 100 livres de fer dans la caisse on en trouve après l'opération 101 livres et demie; ainsi le métal a absorbé quelque matière : et parce qu'étant par-tout environné de charbon, il n'a pu absorber autre chose, il s'en suit que dans l'acier il y a du charbon qui augmente son poids. On a d'ailleurs une autre manière de s'en assurer; car si l'on fait dissoudre du fer doux dans un acide, il s'y dissout complétement et sans résidu sensible; mais si c'est de l'acier, lorsque la dissolution du métal est achevée, il reste un residu noir abondant, et ce résidu est une matière charbonneuse; c'est le charbon que le fer avoit absorbé pendant la cémentation. Ceci nous fournit

un moyen simple et facile de distinguer le fer de l'acier. Lorsque ces deux métaux sont blanchis à la même lime, il est difficile de les reconnoître; mais si l'on met sur l'un et sur l'autre une goutte d'acide nitrique, et si on la laisse agir pendant quelques instants, l'acide attaque le métal. Sur le fer, l'acide ne découvre que du fer, ensorte qu'en lavant avec de l'eau l'endroit où étoit la goutte, il ne reste aucune tache. Sur l'acier au contraire, l'acide en attaquant les parties métalliques ne touche pas au charbon qu'il découvre, et en lavant avec de l'eau on apperçoit une tache noire : on peut même par l'intensité de la couleur de la tache juger de la quantité de charbon unie au fer, et par conséquent de la qualité de l'acier.

Le charbon uni au fer dans l'acier, donne au métal une fusibilité que le fer n'avoit pas quand il étoit pur. L'acier peut entrer en véritable fusion, on peut le couler dans des moules; c'est pour cela qu'il exige de si grands ménagements pour être soudé au fer; car la température à laquelle il faut porter le fer pour lui donner la chaude suante, met l'acier sur le point d'entrer en fusion; il ne résiste pas aux violents coups de marteau, il se disperse, et le fer reste seul.

Le charbon augmente beaucoup la faculté qu'a le fer de brûler à l'air libre. Si on chauffe à blanc de l'acier, il brûle d'une manière très-rapide en lançant au loin, et en tous sens, des étincelles brillantes. C'est pour éviter cette combustion, et diminuer la perte qu'elle occasionne, qu'on a coutume d'enduire avec de l'argile, l'acier qu'on met à la forge; l'argile se vitrifie avec l'oxide de fer, et forme un vernis

vernis vitreux, qui défend l'acier du contact de l'air, et empêche sa combustion.

Mais la qualité la plus remarquable que prend le fer par son union avec le charbon, celle pour laquelle on fabrique l'acier, c'est la faculté que cette substance à de prendre, par un refroidissement subit, une énorme dureté. Pour cela on fait rougir l'acier, puis on le plonge subitement dans l'eau froide. Cette opération se nomme *la trempe*, et l'acier qui l'a subie s'appelle *acier trempé.* Dans cet état l'acier est capable d'entamer le fer lui-même, le verre et la plupart des corps les plus durs, à l'exception du silex et du cristal de roche qui l'entament à leur tour.

Pendant la cémentation, le charbon s'introduit dans le fer, et y pénètre peu-à-peu, à peu-près comme l'eau s'introduit dans l'intérieur des bois secs ; il lui faut un certain temps pour pénétrer à une certaine profondeur, de manière que si l'on arrête l'opération avant qu'elle soit complète, et si, après avoir laissé refroidir, on casse une des barres, il est facile de reconnoître, à l'aspect grenu de la cassure, la partie du métal dans laquelle le charbon s'est introduit, et de la distinguer de celle qui dans le centre a conservé sa nature de fer forgé, et dont la cassure est encore fibreuse. Il est donc nécessaire que l'opération de la cémentation dure un certain temps déterminé, afin que les barres de fer soient converties en acier jusqu'au centre. Ce temps dépend de la capacité du fourneau, de la manière dont il est chauffé, du volume de la caisse et de la grosseur des barres. Dans le commencement d'un établissement, il est facile, par une ou deux tentatives, de s'assurer de la durée

que doit avoir cette opération, et de la régler pour toutes les cémentations ultérieures dans lesquelles les circonstances seront les mêmes.

Ces circonstances peuvent varier par le poids de l'atmosphère qui rend l'air plus ou moins propre à opérer la combustion, par son humidité et par sa température ; mais un artiste intelligent et instruit peut corriger toutes ces irrégularités, au moyen de la cheminée du fourneau que l'on peut faire très-haute pour lui donner la faculté de tirer beaucoup, et dont on peut ensuite modérer l'action, au moyen d'un régistre qui en augmente ou diminue l'ouverture à volonté. Au reste, dans l'usage ordinaire, on ménage, dans une des extrémités de chaque caisse, une ouverture qui communique au dehors, et par laquelle on retire une barre, que l'on nomme *éprouvette ;* on reconnoît sur cette barre, si la cémentation est complète.

La violence du coup de feu contribue encore à la qualité de l'acier de cémentation. Le fer absorbe plus de charbon par une température haute que par une température moindre, il devient plus acier ; et comme on est maître par la longueur de la cheminée du fourneau, et au moyen des registres dont elle peut être garnie, de régler le coup de feu, et de l'entretenir dans un état déterminé ; on est maître aussi de donner au fer la qualité aciéreuse au point que l'on desire, et de le rendre propre aux usages auxquels on le destine. Il suit aussi de-là que pour que tout l'acier qui proviendra d'une même cémentation soit de même qualité, il faut que le charbon soit distribué dans toutes les barres de la caisse d'une manière uniforme. Si le coup

de feu est plus grand dans quelques points de la caisse que dans quelques autres, le fer qui s'y trouvera absorbera plus de charbon, il y aura donc des barres plus aciéreuses que d'autres, et une même barre pourra n'être pas de la même qualité dans toute son étendue, et c'est un des plus grands inconvénients d'une fabrique que de n'être pas assuré de son résultat.

Tout ce qui a été dit jusqu'ici sur le fer considéré dans les trois états de fonte, de fer forgé et d'acier, est découvert depuis peu d'années ; c'est aux Français que l'Europe est redevable des lumières qu'il jette sur des opérations qui avoient été abandonnées à une routine aveugle et incertaine. Il reste à découvrir à cet égard, si tous les charbons sont également propres à entrer dans la composition du cément, ou si ceux de bois tendres ne seroient pas les plus avantageux. Au reste la publication donnée à ces procédés, le besoin que la république a d'acier pour la défense de la liberté, et la nécessité où elle est de tirer toutes ses ressources de son propre territoire, détermineront infailliblement l'établissement d'un grand nombre de fourneaux, et les épreuves multipliées auxquelles ils donneront lieu, nous procureront bientôt les connoissances qui nous manquent à cet égard.

Nous avons vu que le fer forgé, le mieux affiné, contient toujours une petite quantité d'oxigène qui a échappé aux opérations grossières de l'affinerie, et que la différence entre les quantités d'oxigène est une des causes de celle que l'on observe dans les qualités de fers de bonne nature. Lorsque dans la cémentation le charbon s'introduit dans le

fer, il le pénètre par-tout; il rencontre toutes les molécules d'oxigène qui ont échappé à l'affinage ; il s'en empare ; il forme avec lui un fluide élastique qui soulève les masses du fer, et les barres sont boursoufflées même dans leur intérieur, à peu-près comme de la mie de pain : c'est ce qui fait qu'on donne aux barres qui sortent du four de cémentation le nom *d'acier poule.*

Dans cet état, l'acier ne sauroit encore être employé ; il faut le reporter à la forge, et de-là sous le marteau ; afin de rapprocher et souder ensemble toutes les parties qu'avoit écartées le fluide élastique résultant de la combinaison de l'oxigène et du charbon. Quand le fer que l'on soumet à la cémentation est affiné avec soin, c'est-à-dire, quand il a été dépouillé, sous le gros marteau, de toutes les matières terreuses, l'opération dont il s'agit ici n'a pas de difficulté; les parties de l'acier se soudent parfaitement ; les soufflures disparoissent, et l'acier sortant de dessous le martinet, est d'un grain égal et sans paille. Mais si le fer retient quelques parties terreuses, elles se réunissent dans les soufflures de l'acier poule pendant qu'il est encore au four de cémentation, elles forment une couche de matière étrangère qui empêche la soudure, l'acier se trouve pailleux ; il ne peut servir à la confection des outils tranchants, et il n'est pas susceptible d'un si beau poli : ainsi l'acier de cémentation est d'autant plus beau que le fer a été plus épuré à la forge, de toutes les matières non métalliques qu'il pouvoit contenir. Au reste, la fusibilité que l'acier a contractée fournit encore un moyen plus certain de le dépouiller de toutes les matières étrangères, et de rendre

sa pâte parfaitement égale et susceptible d'un beau poli. En le faisant fondre en effet dans un creuset, de manière cependant qu'il soit à l'abri du contact de l'air, il rejette à la surface toutes les substances qui ne sont pas susceptibles de combinaison, il s'épure, et on le coule ensuite dans des moules. Cet acier est exempt de pailles, de cendrures et de filandres. Il peut contracter à la trempe une dureté uniforme ; il convient principalement à la confection des rasoirs, des lancettes, et des autres objets qui exigent un tranchant très-fin et un poli parfait.

*De l'acier naturel.* L'acier naturel est le résultat immédiat de l'affinage de la fonte grise. Nous avons vu que cette fonte n'est autre chose que du fer qui retient encore de l'oxigène, (quoiqu'en général il en retienne moins que dans la fonte blanche,) et qui a de plus absorbé du charbon dans le haut fourneau ; nous avons vu aussi que l'acier est le résultat de la combinaison du fer avec le charbon ; on voit donc que pour produire de l'acier avec de la fonte grise, il ne s'agit que de lui enlever l'oxigène, sans la priver du charbon qui est nécessaire pour la constituer acier. C'est aussi l'objet des différents procédés que l'on suit dans les aciéries.

Tous ces procédés ont une marche commune qui consiste à faire fondre promptement la fonte à l'affinerie, de manière qu'elle soit le moins possible exposée au vent des soufflets qui occasionnent la combustion du charbon qu'elle contient, à faire ensorte que lorsqu'elle est fondue en bain dans le creuset elle soit toujours en contact avec du charbon qui puisse lui enlever l'oxigène qu'elle retient encore, et

qu'elle y soit toujours couverte d'une couche de laitier capable de la mettre à l'abri de l'action du vent des soufflets ; enfin à la tenir en cet état jusqu'à ce qu'ayant abandonné presque tout son oxigène, elle ait perdu sa liquidité, repris l'état pâteux qui permet de la porter sous le marteau, et de l'étirer en barres par des chaudes successives.

Pour remplir toutes ces indications, dans la plupart des aciéries de France, on *brasque* le creuset de l'affinerie, c'est-à-dire, que l'on garnit le fonds et les parois du creuset d'une couche épaisse et fortement battue de charbon pilé et humecté ; puis après avoir allumé le foyer, on place dans les charbons la fonte réduite en morceaux faciles à fondre, et l'on jette sur les charbons, du laitier qui, en se fondant, enduit d'abord la fonte d'un vernis vitreux qui la défend de la combustion, et qui, tombant ensuite dans le creuset, forme la couche qui doit recouvrir la fonte. Cette fonte en fusion, reposant sur le charbon de la brasque, lui communique peu-à-peu son oxigène, et prend enfin l'état pâteux. Dans cet affinage on donne moins de vent que dans celui de la fonte blanche pour le fer, parce que la fusibilité que le charbon communique au métal l'empêcheroit de prendre l'état pâteux, si la température étoit trop haute ; et l'on donne au vent une direction moins plongeante, pour éviter la combustion du charbon combiné avec la fonte.

Ce n'est donc que par son contact avec le charbon de la brasque que la fonte perd peu-à-peu son oxigène. Cette opération qui ne peut se faire que par communication et de proche en proche, est nécessairement trop lente, et ne sauroit être jamais complète. Pour l'accélérer, dans les aciéries de

la Carinthie, après avoir fondu la fonte grise dans le creuset brasqué d'une affinerie, comme nous venons de le dire, on arrête le vent des soufflets, on enlève le laitier, et on découvre le bain de fonte en fusion; puis avec des masses de bois on enfonce dans le bain, et l'on y pétrit du charbon; par cette opération la surface se refroidit et se durcit. On l'enlève en galettes informes, et dans lesquelles se trouvent prises des masses de charbon. On en fait autant pour la nouvelle surface qui se durcit à son tour, et qu'on enlève encore en galettes; et l'on continue de même jusqu'à ce qu'on ait converti toute la masse en galettes. Ces galettes sont reportées de nouveau à une affinerie dont le creuset est brasqué; elles y sont refondues avec du laitier, et les contacts multipliés qu'elles ont avec le charbon que l'on a pétri dedans, les dépouille d'une manière plus complète de l'oxigène qu'elles retenoient; ce qui est l'objet de l'affinage.

Le procédé, pour la fabrication de l'acier naturel, est moins dispendieux que celui de la cémentation, et la modicité du prix de cet acier permet qu'on l'emploie à la confection du plus grand nombre des outils. Mais aussi pour l'ordinaire il est inférieur à l'autre; quelquefois parce qu'il est moins dépouillé d'oxigène, mais principalement par la manière inégale dont le charbon est distribué dans sa masse. On remédie à cet inconvénient lorsque les barres sont étirées, en les coupant en petits barreaux dont on essaye la nature par le moyen de la trempe, et que l'on classe ensuite suivant leurs qualités et suivant les différents usages auxquels ils peuvent être propres, ou bien on les réunit au trousses, en proportionnant les barreaux d'acier

de différentes forces ; on les étire et corroye ensemble, ce qui forme un acier d'une qualité plus constante et plus uniforme.

En résumant cet article, on voit que l'acier est du fer affiné, c'est-à-dire, privé d'oxigène, et combiné avec du charbon. On le fait, ou en employant de la fonte grise qui contient déja du charbon et en lui enlevant ensuite l'oxigène à l'affinerie, c'est *l'acier naturel ;* ou en employant du fer en barres déja affiné et privé d'oxigène, et en le mettant à portée d'absorber le charbon nécessaire ; c'est *l'acier de cémentation.*

Le fer forgé, par sa ténacité, et par sa légéreté, est de tous les métaux celui qui seroit le plus propre à la confection des bouches-à-feu ; sur-tout lorsqu'il n'a aucune des mauvaises qualités d'être cassant ou à chaud ou à froid ; car, dans le premier cas, il seroit trop difficile à forger, et dans le second, il ne seroit pas susceptible d'une aussi grande résistance à l'explosion de la poudre. C'est lui qu'on emploie pour tous les canons de fusils, et on s'en est servi long-temps pour les grosses piéces d'artillerie. Il y a encore dans ce moment sur les remparts de Narbonne, deux anciennes piéces composées de barres en long et de cercles en travers, le tout soudé ensemble. L'état d'abandon dans lequel on les a laissées depuis long-temps, ne les a pas beaucoup altérées ; la rouille a seulement attaqué un peu plus fortement les joints par lesquels les différentes parties sont soudées les unes aux autres, et les a rendu plus sensibles. Il est probable que si, à l'époque où ces piéces ont été fabriquées, les arts eussent été portés au point où ils sont maintenant

maintenant, elles seroient encore capables d'un bon service. Dans ces derniers temps on a fait de nouvelles tentatives à cet égard, tant en France, aux forges de Guérigni, département de la Nièvre, qu'en Espagne, aux forges de Cavada, dans la Castille neuve; et tous ces essais ont été couronnés des plus heureux succès. Mais d'une part, la dépense considérable dans laquelle entraîneroit l'emploi du fer forgé pour les pièces de grosse artillerie, tant à cause du prix de la matière, qu'à cause des soins qu'exigeroit la fabrication, et de l'autre l'énorme consommation des canons, ont forcé d'avoir recours à des procédés plus expéditifs et moins dispendieux, et d'employer à cet objet le fer coulé.

Comme la ténacité du fer coulé est cinq à six fois moindre que celle du fer forgé, on est obligé de donner aux piéces de même calibre, des dimensions beaucoup plus fortes qu'on ne feroit si elles étoient en fer forgé; ce qui charge les bâtiments de mer d'un poids inutile. On a lieu d'espérer que le zèle des républicains, et les connoissances en tout genre qu'il est temps enfin de rendre populaires, nous mettront incessamment en état de surmonter toutes les difficultés qui jusqu'ici ont retardé l'emploi du fer forgé pour la fabrication des piéces de grosse artillerie, tant pour le service de la marine, que pour celui de la guerre de terre. Mais l'urgence et la grandeur de nos besoins ne permettent pas d'attendre le résultat de tentatives encore incertaines, ni la formation d'établissements nouveaux; nous sommes forcés d'employer le fer coulé, et pour cela de convertir en fonderies de canons la plupart des hauts fourneaux, où

F

l'on coule du fer de bonne qualité, et en foreries, toutes les forges que ces fourneaux alimentent, en ayant soin cependant que la fonte soit grise, et ait toute la ténacité dont elle est susceptible.

## CHAPITRE II.

### *Du Bronze.*

Nous avons vu que le fer forgé est de tous les métaux le plus propre à la confection des bouches-à-feu, et que c'est seulement à cause des difficultés d'exécution qu'on a été détourné de l'employer à cet usage, et qu'on a été forcé d'avoir recours au fer coulé, du moins pour le service de la marine. Le peu de ténacité de cette dernière substance exige que l'on donne aux piéces des épaisseurs si fortes, et un poids si considérable, que dans le service de terre, leur transport seroit souvent impossible, et toujours très-difficile; à défaut de fer forgé, il faut employer le cuivre dont la ténacité est de beaucoup plus grande que celle du fer coulé. Mais parce que le cuivre pur seroit trop doux, et qu'il ne pourroit résister long-tems à la compression des boulets qui creuseroit l'ame de la piéce et la déformeroit promptement, on est obligé de l'allier avec de l'étain qui lui communique de la dureté. Cette opération le rend aussi plus cassant et lui fait perdre de sa ténacité; ainsi dans la proportion d'étain, il y a un point qu'il faut atteindre et qu'il ne faut pas outrepasser, du moins d'une quantité

considérable, et l'expérience a fait voir que la composition la plus avantageuse est celle qui est formée de dix parties de cuivre et d'une d'étain. C'est cet alliage que l'on nomme *Bronze*.

Nous allons parler dans des articles séparés, d'abord du cuivre, puis de l'étain, et ensuite de l'alliage de ces deux métaux. Nous n'entrerons pas dans le détail des travaux par lesquels on retire ces métaux de leurs mines ; nous l'avons fait pour le fer, d'abord parce que c'est ordinairement auprès des fourneaux de fusion qu'on a coutume d'établir les fonderies de canons de fer coulé, et principalement parce que, suivant le régime que l'on a suivi dans la conduite du fourneau, la fonte est plus ou moins propre à entrer dans la composition des bouches-à-feu. Les fonderies de bronze au contraire étant toujours éloignées des fourneaux où l'on traite séparément les deux métaux qui entrent dans la composition de l'alliage, tout ce qui est relatif aux travaux de l'exploitation des mines est étranger à notre objet.

Mais l'immense quantité de métal de cloches qui est actuellement à la disposition de la République Française, peut être considérée comme une mine de bronze riche, abondante, et qui présente, pour la défense de la liberté, des ressources très-supérieures à celles que peuvent avoir tous ses ennemis réunis. Il est nécessaire d'en tirer parti, il est urgent de le faire, et nous exposerons dans un article particulier, les procédés par lesquels on ôte à ce métal l'excès d'étain, pour le ramener à la composition du bronze propre à la confection des canons, et même à l'état de cuivre pur.

## Article premier.

### *Du Cuivre.*

Le cuivre est un métal d'une couleur rouge, assez brillante ; il développe une odeur qui lui est particulière, lorsqu'on le frotte ou qu'on le chauffe, il est ductile et peut facilement être réduit en feuilles très-minces, sous le laminoir, ou en fils très-tenus, à la filière : sa tenacité est à-peu-près les deux tiers de celle du bon fer forgé. Sa cassure, quand il est pur, présente un nerf court, soyeux et brillant ; ce nerf est beaucoup moins sensible lorsque le cuivre est allié avec une petite quantité de métaux étrangers, et quand la proportion de ces métaux est un peu considérable, la cassure devient tout-à-fait grenue. C'est aux différents aspects que peut présenter la cassure, que les fondeurs jugent de la pureté du métal.

Le cuivre, comme tous les autres métaux, est susceptible de s'oxider et de se combiner en toute proportion, avec l'oxigène ; mais il s'attache à cette substance avec moins de force que ne le font le fer et l'étain, et il n'a pas la faculté, comme ces deux métaux, de l'enlever à l'air inflammable et de décomposer l'eau. Nous verrons incessamment que c'est sur cette différence d'affinité pour l'oxigène, que sont fondés les procédés pour affiner le cuivre, c'est-à-dire, pour le séparer des autres métaux auxquels il est souvent allié.

Le cuivre entre dans le commerce sous plusieurs formes

et avec des qualités différentes. On le trouve en rosettes, en pains, en écus de Suéde, en table, et enfin en mitrailles.

Les rosettes sont des masses que l'on obtient en refroidissant la surface du cuivre fondu en bain, par l'application d'un balai humide. Le cuivre refroidi subitement se durcit à sa surface, et forme une galette que l'on enlève.

La cassure des rosettes présente du grain, et le métal n'a pas toute la pureté dont il est susceptible.

Les pains proviennent, pour l'ordinaire, de fondages qui avoient été faits pour du cuivre en table; l'affinage ne s'étant pas trouvé assez parfait, pour cet objet, on a coulé le métal en pains, pour les faire entrer en cet état dans le commerce. Leur cassure commence déja à avoir l'aspect soyeux.

Les écus de Suéde ont à-peu-près la même qualité que les pains.

Le cuivre en table a été mis sous cette forme au moyen du laminoir. Le métal qui les compose est très-ductile; c'est le cuivre le plus pur; sa cassure est parfaitement soyeuse. Mais ce cuivre n'est pas destiné à être refondu, il doit être employé aux usages pour lesquels on lui a donné cette forme; la main-d'œuvre et les autres frais de laminage seroient perdus, si on le reportoit au creuset.

Enfin la mitraille est composée des rognures qui résultent de la confection des tables et des chaudières. Quand elle est bien choisie, c'est-à-dire, quand elle n'est mêlée avec aucun morceau de substances étrangères, le métal est aussi pur que celui du cuivre en tables.

Lorsque le cuivre n'a pas la pureté nécessaire, on lu fait subir l'affinage. Cette opération a pour l'ordinaire deux objets ; le premier, de purger le cuivre des autres métaux, tels que le fer, le plomb, l'étain, auxquels il peut être combiné ; le second, de lui enlever un reste d'oxigène qu'il pourroit encore retenir, et qui le rendroit moins ductile.

Pour remplir le premier objet, on met le cuivre dans un fourneau de réverbère ; il s'y échauffe d'abord peu-à-peu, puis il se fond et se répand en bain sur la sole du fourneau, où il présente à l'air une grande surface. Dans cet état, les métaux qui ont pour l'oxigène plus d'affinité que n'en a le cuivre, s'oxident, se séparent de la masse, prennent l'aspect terreux, et flottent à la surface du bain. Lorsque cette opération a duré un temps suffisant, on jette sur la surface du bain une légère couche de sable fin. Cette substance, si elle étoit pure, n'éprouveroit presque aucune altération de la part du feu ; mais son contact avec les oxides de quelques métaux la rend fusible. On donne alors un bon coup de feu pour la faire entrer en fusion, et la mettre à portée de dissoudre toutes les matières qui flottent sur la surface du métal. Lorsque la fusion est bien complète et que le laitier est bien liquide, on le retire avec un rable, et on découvre la surface du métal. C'est alors que l'on s'occupe du second objet de l'affinage.

Pour cela, on jette sur la surface du bain, du charbon de bois concassé qui enlève aux parties de cuivre qu'il touche, l'oxigène qu'elles retenoient encore. Lorsque tout ce charbon est brûlé, on plonge dans le bain une perche de bois

verd. Cette perche, en brûlant, occasionne une ébullition qui agite le métal, et reporte à la surface les parties qui n'ont pas été en contact avec le charbon ; et l'on promène la perche dans toute l'étendue du bain. On jette du nouveau charbon sur la surface, et l'on recommence cette opération jusqu'à ce que le cuivre ne gagne plus rien à l'affinage, et présente à la cassure l'aspect soyeux qui est le caractère de sa pureté.

On trouve encore une autre espèce de cuivre dans le commerce, connu sous le nom de cuivre du Pérou ; c'est le plus impur de tous ; c'est un mélange non-constant de cuivre, de soufre et de plusieurs autres métaux. Pour l'affiner, on le met dans un fourneau de réverbère, et l'on chauffe d'abord peu pour ne pas occasionner la fusion. Pendant ce temps, une partie du soufre et des métaux volatils se dissipe, les autres s'oxident à la surface de la masse. A mesure que la fusibilité du métal diminue, on augmente le feu pour accélérer l'oxidation des métaux qui en sont susceptibles, puis on met en fusion, et l'on donne un bon coup de feu. On jette sur la surface du bain une couche de sable qui se vitrifie, dissout tous les oxides, et forme une masse de laitier qui surnage ; et l'on coule ensuite le métal en pains plus petits qui ont déja reçu un degré d'affinage. On recommence la même opération sur les pains qui, étant plus petits, et qui présentant plus de surfaces, sont dans des circonstances plus favorables, et on la répète jusqu'à ce que le métal soit enfin susceptible d'être affiné par le procédé précédent.

Le laiton ou cuivre jaune, qui est un alliage de cuivre

et de zinc, et le potain qui est le résultat de la combinaison du cuivre avec toutes sortes de métaux blancs, et principalement avec le plomb, peuvent être affinés par l'opération que nous venons de décrire; ainsi un fondeur intelligent peut tirer un parti avantageux de tous les cuivres qu'il peut avoir à sa disposition, et rendre utiles des matières que leur impureté et leur aigreur ne permettent d'employer qu'à un très-petit nombre d'usages.

Quand on a pour objet de faire du bronze, et lorsque dans les matières, que l'on a à sa disposition, le cuivre n'est allié qu'avec de l'étain, il seroit desavantageux de porter l'affinage trop loin; tant parce qu'on feroit une consommation inutile de combustible, que parce que le cuivre étant un peu volatil, il s'en dissipe toujours une partie, ce qui occassionne une perte d'autant plus grande que le cuivre a été tenu plus long-temps en fusion, et que le coup de feu qu'il a éprouvé a été plus considérable. Mais lorsqu'il se trouve dans le cuivre une quantité notable de plomb, comme ce métal altère d'une manière sensible la ténacité et la rigidité de l'alliage, il convient de pousser l'affinage assez loin pour que la quantité de plomb qui restera ne puisse donner aucune qualité nuisible; et ensuite on reporte dans l'alliage la proportion d'étain nécessaire.

II.

*De l'étain.*

L'étain est un métal de couleur blanche, assez brillante. Il est flexible; et lorsqu'on le plie, il fait entendre un petit bruit

culier, qu'on appelle *cri de l'étain.* Ce bruit paroît dépendre de la séparation ou de l'écartement subit des parties du métal; il est d'autant plus sensible que l'étain est plus pur, et c'est un des moyens qu'on emploie dans le commerce pour reconnoître sa qualité. Pour cela, on mord et on serre avec les dents une partie saillante du morceau de métal, et, par la nature du cri, on juge de sa pureté.

L'étain est assez ductile pour passer au laminoir et s'y convertir en lames très-minces, que l'on emploie dans plusieurs arts, et principalement dans l'étamage des glaces.

Il est le plus léger des métaux. Il est assez mou pour qu'on puisse le rayer avec l'ongle. Il a une odeur très-marquée, et cette odeur devient plus sensible lorsqu'on le frotte ou qu'on le chauffe; il est aussi le plus fusible des métaux, et il s'empare de l'oxigène avec la plus grande facilité et en toute proportion. Dès qu'il est en fusion, s'il est exposé au contact de l'air atmosphérique, sa surface se couvre d'une pellicule qui est un véritable oxide. Si on retire cette pellicule pour découvrir la surface du bain, cette surface se ternit de nouveau; et en répétant cette opération, on convertit bientôt la masse entière en une poudre grise et dont le poids excède d'un dixième celui du métal. Cet oxide gris d'étain, si on l'expose de nouveau à l'action du feu, et en contact avec l'air, absorbe une nouvelle quantité d'oxigène, et devient blanc; dans cet état, on le nomme *potée d'étain.* Cette matière est peu fusible; c'est elle qui donne la couleur blanche à l'émail de la faïence. Enfin, l'étain fondu et poussé à un grand feu, se volatilise, et se convertit en fluide élastique, qui

se dissipe et qui brûle avec flamme quand il rencontre l'air atmosphérique. Il s'oxide par là, et se réduit en une substance blanche à laquelle on donne le nom de *fleurs d'étain*.

Tout l'étain qui se trouve ordinairement dans le commerce, peut se réduire à trois espèces principales : 1°. l'étain qui nous vient de l'Inde ; 2°. celui qui sort des fonderies d'Europe ; 3°. celui qui a été ouvragé par les potiers.

L'étain qui nous vient de l'Inde, est connu sous les deux dénominations de *banca*, et de *malaca* ou simplement *malac*. Celui-ci est en petits lingots pesant une livre, et qui, à cause de leur forme, ont été appellés *petits chapeaux* ou *écritoires*. L'étain de Banca diffère du précédent par la forme de ses lingots qui sont oblongs, et par leur poids qui est de quarante-cinq à cinquante livres. Ces lingots de Banca et de Malaca n'ont point l'éclat ordinaire à l'étain; ils sont recouverts d'une sorte de rouille grise, d'autant plus épaisse qu'ils ont séjourné plus long-temps dans le fond des vaisseaux sur lesquels ils ont été apportés. Le métal qui les compose est de la plus grande pureté ; il n'est altéré par l'alliage d'aucune autre substance métallique ; il est très-flexible, et il faut le plier long-temps en sens contraires pour parvenir à le rompre. Ces étains si purs ne sauroient, dans l'état où ils sont, servir à faire les ustensiles de nos ménages, à cause de leur flexibilité et de la mollesse qui en est la suite ; il faut que l'art leur donne un certain degré de roideur, qui les rende propres à cet

usage, et c'est ce qu'on fait en les alliant avec d'autres métaux.

L'étain qui provient des fonderies d'Europe, et principalement d'Angleterre, est en lingots ou saumons du poids de trois à quatre cents livres. Les marchands le convertissent quelquefois en petites baguettes pour la facilité du débit, ou en petites pyramides tronquées qu'ils nomment petits chapeaux. Cet étain n'est pas aussi pur que le précédent; il est allié, naturellement selon les uns, et artificiellement selon les autres, avec une petite portion de cuivre, qui peut aller jusqu'à une demi-livre par quintal. Il contient en outre une très-petite quantité de métal d'arsenic, et qui s'élève tout au plus à la cinq centième partie de son poids; mais dans cet état même il est encore trop doux et trop flexible pour être employé en vaisselle de table et de cuisine; on est obligé pour cet objet de lui donner de la solidité en l'alliant avec différentes substances métalliques; telles que le cuivre, le bismuth, le zinc, qui lui donnent plus de rigidité.

Enfin l'étain qui a été ouvragé par les potiers est un alliage extrêmement incertain; parce que les réglements n'ont jamais déterminé d'une manière précise, ni les espèces, ni les doses des substances que l'on pouvoit mêler à ce métal pour lui donner la rigidité nécessaire; indépendamment du cuivre, du bismuth et du zinc qui peuvent s'y trouver, les potiers ont eu la permission d'y mettre du plomb, et se sont long-temps restreints à ajouter sept pour cent de ce dernier métal; mais depuis quelque temps ils outrepassent

ces limites, et ils se permettent d'aller jusqu'à vingt-cinq pour cent.

Il y a plusieurs procédés pour s'assurer de la quantité de plomb qui se trouve allié dans les étains ouvragés. On peut d'abord employer la dissolution dans les acides : pour cela, on fait digérer le métal dans environ le double de son poids d'acide nitrique; l'étain enlève de l'oxigène à l'acide, il s'oxide et se précipite au fond de la dissolution en poudre blanche. Après l'avoir décantée et lavée, on réunit à la dissolution les eaux du lavage, et l'on fait évaporer jusqu'à siccité; puis on pousse au feu pour faire dissiper tout l'acide, et l'on obtient un oxide de plomb au moyen duquel on peut juger la quantité de ce métal contenue dans la masse mise à l'essai. Ce procédé est bien long pour les usages ordinaires du commerce, sur-tout quand il s'agit de petits objets. Dans ce cas, les potiers préfèrent d'en fondre un petit culot; ils observent toutes les circonstances qui accompagnent son refroidissement, et, par la manière dont le métal se comporte, ils jugent de la quantité de plomb qu'il contient. On sent que ce moyen exige une grande expérience, et qu'il n'est pas susceptible de description. Il est beaucoup plus facile de couler dans un moule, d'abord une balle d'étain pur, et ensuite des balles d'étain pur que l'on a allié successivement avec un dixième, deux dixièmes, trois dixièmes de plomb; on pèse exactement ces balles, et l'on tient registre exact de leur poids. Cela fait une fois, lorsque l'on veut essayer une espèce d'étain, on en coule une balle dans le même moule, on la pèse, et par son poids, comparé à ceux des balles d'étain pur et d'étain allié,

on juge avec assez de célérité et d'exactitude de la quantité de plomb contenu dans celui que l'on soumet à l'essai.

Le plomb, lorsqu'on l'allie au cuivre, lui donne de l'aigreur et diminue sa ténacité. Lors donc qu'il s'agira de faire la composition du bronze, on pourra employer avec confiance les deux premières espèces d'étain, dont nous avons parlé; mais il faudra rejetter tous les étains ouvragés, parce que le plomb qu'ils contiennent altéreroit les qualités du métal.

## I I I.

### *De l'alliage du Cuivre et de l'Etain, pour la composition du Bronze.*

L'étain étant beaucoup plus fusible que le cuivre, et ayant la faculté de s'oxider plus facilement, il est clair que si l'on mettoit ces deux métaux en-même-temps au fourneau de reverbère pour opérer leur alliage, l'étain entreroit en fusion long-temps avant le cuivre; il s'en oxideroit une partie, il s'en volatiliseroit une autre, avant que le cuivre fût fondu, il en résulteroit une perte de métal, et le bronze ne seroit pas au titre desiré. On voit donc que, pour faire l'alliage du cuivre et de l'étain, il faut d'abord mettre le premier de ces métaux au fourneau de reverbère, et attendre qu'il soit en pleine fusion pour y jetter l'étain; ce dernier métal étant beaucoup plus léger que le cuivre, il surnageroit si l'on n'avoit soin de bien brasser. Pour cela on plonge dans le bain une perche de bois vert, dont

l'inflammation produit une agitation qui opère le mélange des deux métaux, et on promène la perche dans toute l'étendue de la masse afin que le mélange soit opéré partout. Cela fait, on donne un bon coup de feu, et on coule ensuite.

## I V.

### *De la manière de séparer le cuivre du métal de cloches.*

La qualité principale que l'on exigeoit dans le métal des cloches étoit qu'il fût sonore ; il falloit pour cela qu'il eût une grande rigidité, et l'on ne pouvoit la lui communiquer qu'en alliant le cuivre avec environ vingt-cinq pour cent d'étain. Cet alliage sonore est très-fragile, il s'en faut de beaucoup qu'il ait assez de ténacité pour résister à l'explosion de la poudre, et dans l'état où il est, on ne sauroit l'employer à la confection des piéces d'artillerie. Il faut, ou y ajouter du cuivre pur, ou en extraire de l'étain, de manière que dans la composition, le poids de l'étain ne soit plus que la dixième partie de celui du cuivre.

On a d'abord commencé par suivre la première de ces deux marches, c'est-à-dire, par composer la matière des canons, de métal de cloches auquel on a ajouté un peu plus que poids égal de cuivre. Mais, outre que ce procédé donnoit lieu à une énorme consommation de cuivre, et ne tiroit pas du métal des cloches le parti le plus avantageux, ce métal doit être regardé comme une mine abondante de cuivre qui ne pourra devenir entièrement utile à la défense de la République que lorsqu'on en aura

séparé l'étain, et qu'on aura ramené le cuivre qui entre dans sa composition à un état de pureté qui permette de l'employer à tous les usages. Le comité de Salut public a fait publier une instruction sur la manière d'opérer ce départ; nous allons en donner ici l'extrait.

D'après ce que nous avons vu sur l'affinage du cuivre, il est clair que si l'on faisoit fondre du métal de cloches dans un fourneau de reverbère, et que si on le tenoit en bain pendant un temps suffisant, exposé à l'action de l'air, l'étain qui se trouve dans l'alliage se dissiperoit peu-à-peu, partie en se volatilisant, et partie en s'oxidant, et qu'enfin le cuivre resteroit pur sur la sole du fourneau; mais à cause de la grande quantité d'étain que contient le métal de cloches, ce procédé seroit trop dispendieux; d'ailleurs il occasionneroit une perte de temps qu'il s'agit d'éviter.

Pour cela, on commence par mettre du métal de cloches dans un fourneau de reverbère dont la sole est plate; lorsque le métal devient rouge et qu'il commence à s'amollir, on le divise avec un ringard, on l'étend sur toute la surface dea la sole, et on le remue continuellement, afin qu'il présente un plus grand nombre de surfaces à l'air, et qu'il s'oxide avec plus de facilité. Si quelques parties entrent en fusion, on les agite avec le ringard, on les divise, afin qu'en prenant de l'oxigène elles perdent peu-à-peu leur liquidité; et l'on continue ces opérations jusqu'à ce que tout le métal soit converti en une matière brune, presque en poudre, et qui est un mélange d'oxide d'étain, d'oxide de cuivre, et de cuivre non oxidé. Cette dernière partie de métal est encore fusible; elle peut même entrer en fusion

par la température qu'elle éprouve; mais elle est divisée en petites molécules; et ces molécules, séparées les unes des autres, par les portions oxidées, ne sauroient se réunir, se rassembler en bain et manifester leur liquidité. Cette portion de métal a déja éprouvé un assez grand degré d'affinage, parce que l'étain ayant beaucoup plus d'affinité pour l'oxigène que n'en a le cuivre, il y a beaucoup plus du premier de ces deux métaux dans la partie qui est oxidée, et il en reste d'autant moins dans la partie qui n'a pas éprouvé d'oxidation.

Cette opération faite, on met du métal de cloches dans un autre fourneau de réverbère à sole plate, on la fait entrer en fusion, et l'on couvre sur-le-champ toute la surface du bain, en projettant dessus moitié de son poids de l'oxide obtenu par l'opération précédente; puis on brasse fortement et rapidement toute la masse, afin que le métal en bain soit en contact par un plus grand nombre de points avec la matière ajoutée qui le recouvre. Les parties de cuivre non oxidé qui se trouvent dans la masse projettée entrent en fusion; l'agitation qu'on leur donne les met à-portée de toucher la surface du bain de métal; elles s'y réunissent; et, parce qu'elles ont déja abandonné une partie de l'étain auquel elles étoient alliées, elles augmentent la proportion du cuivre qui se trouve dans la masse. Mais ce qui contribue le plus à l'affinage de cette masse, c'est la portion de cuivre oxidé qui abandonne son oxigène pour le transmettre aux parties d'étain; ce qui produit les deux effets, et de porter dans la masse, du cuivre pur privé d'étain, et de retirer du bain une partie de l'étain qui l'altéroit. On sent

que

que dans cette opération, il est important de donner un grand coup de feu, afin que le bain soit très-liquide; et de brasser beaucoup, afin de perdre le moins possible du cuivre qui se trouve dans la partie oxidée.

Si dans l'opération du départ, on a pour objet de retirer le cuivre pur, on continue l'affinage par les procédés que nous avons déja décrit; mais, si l'on a pour but de faire du bronze pour les bouches-à-feu, dès que le métal est affiné un peu au-delà de ce qui convient à cet objet, on peut couler en saumons. On classe ensuite les différents saumons en réunissant ceux qui sont au même titre, ce qu'il est facile de juger au coup-d'œil. On fait l'essai particulier de chaque classe, et on règle la quantité de métal de cloches qu'il faut y ajouter par quintal, pour y reporter la proportion d'étain qu'il doit contenir pour la fabrication des canons.

Pour conduire cette opération avec plus d'économie, il faut au moins deux fourneaux de reverbère destinés, l'un à l'oxidation d'une partie du métal de cloches; l'autre au raffinage; et que ces deux fourneaux bâtis à portée l'un de l'autre soient chauffés en-même-temps, afin qu'à mesure que l'oxide est formé dans le premier, il soit porté dans le second, sans éprouver de refroidissement. La surface du bain sur laquelle on le projette conserve toute sa liquidité; le brassage se fait mieux, et l'opération de l'affinage est beaucoup plus rapide et plus économique.

Quelques soins que l'on apporte dans le brassage, il est presque impossible que tout le cuivre, tant oxidé que non oxidé, qui se trouve dans l'oxide projetté sur le métal de cloche en fusion, soit mis à portée de toucher la surface du

bain et de se réunir à la masse. Il en reste toujours une quantité notable , mêlée avec les scories , et dont on peut ensuite tirer parti , soit en les faisant ressuer dans un petit fourneau à réverbère, soit en les lavant après les avoir pilées. Quant à ce qui reste après l'une ou l'autre de ces opérations , et qui est un mélange d'oxides de cuivre , de zinc et principalement d'étain , on peut le faire passer par un fourneau à manche avec quelques matières vitrescibles ; le charbon du fourneau lui enlève l'oxigène , et il se rassemble au fond du creuset un alliage aigre de différents métaux blancs, qu'on peut destiner à la confection d'un grand nombre d'ustensiles qui n'exigent pas de flexibilité.

# SECONDE PARTIE.

## *DES PROCÉDÉS DE FABRICATION.*

LES travaux des fonderies de canons consistent principalement, 1°. dans la confection des moules; 2°. dans la conduite des fourneaux et le coulage des pièces; 3°. dans le forage; 4°. dans les opérations de percer la lumière, et de réparer les imperfections de la coulée; 5°. enfin, dans les visites et épreuves qui peuvent assurer la bonté des pièces. Comme toutes ces parties sont distinctes, nous allons les traiter séparément, et elles feront chacune l'objet d'un chapitre particulier.

## CHAPITRE PREMIER.

### *De la Confection des Moules.*

L'ART de la fonderie, du moins pour les objets d'un poids considérable, a été long-temps restreint au fondage des cloches. Comme ces pièces étoient ordinairement coulées dans les lieux même où elles devoient être employées, et parce que les fondeurs étoient obligés, par rapport aux

dimensions, de se régler en-même-temps, et sur la quantité de matière mise à leur disposition, et sur le ton que l'on exigeoit qu'ils donnassent aux piéces, il n'arrivoit jamais qu'ils eussent deux cloches de mêmes dimensions à couler. Ils étoient obligés, pour chaque cloche, de faire un modèle particulier qui ne devoit servir qu'une fois, et qui devoit être détruit dans l'opération du moulage. Lorsqu'ensuite, l'usage des bouches-à-feu a été introduit, on a porté dans les fonderies de canons les procédés des fondeurs de cloches; et quoique, dans un même établissement, on dût couler un assez grand nombre de piéces de même calibre, on a toujours conservé l'usage de former, pour chaque canon, un modèle en terre, qu'il faut détruire pour vider le moule; ce qui occasionne un travail inutile et une perte de temps considérable. A la vérité, dans quelques fonderies nouvellement établies, on a introduit, pour les bouches-à-feu, le moulage en sable, au moyen duquel, pour toutes les piéces de même calibre, on emploie un même modèle; ce qui abrége considérablement le temps et la main-d'œuvre; mais ces changements avantageux n'ont pas encore lieu dans les fonderies anciennes; et actuellement en France on a deux manières bien distinctes de mouler les canons. Dans les fonderies anciennes, on suit le procédé du *moulage en terre;* dans les fonderies nouvelles, on suit celui du *moulage en sable.* Nous allons décrire l'un et l'autre séparément.

## Article Premier.

### *Du. Moulage en terre.*

Le moulage en terre a deux parties très-distinctes ; la confection du modèle qui doit servir à faire le moule, et la confection du moule.

Pour faire le modèle, on prend un axe de bois léger, bien dressé, et dont la grosseur diminue uniformément d'un bout à l'autre, pour qu'il puisse se dépouiller facilement, et mobile sur deux tourillons placés à ses extrémités. Cet axe se nomme *trousseau ;* ses tourillons sont portés sur deux chevalets; et l'un d'eux est garni d'une manivelle, ou de deux barres en croix, au moyen desquels on peut donner au trousseau un mouvement de rotation semblable à celui d'une piéce sur le tour. On commence par natter le trousseau ; c'est-à-dire, par le garnir dans toute son étendue, d'une natte de foin cordé dont on l'enveloppe en le faisant tourner sur lui-même. Puis on applique sur cette natte, des couches successives d'une terre argileuse, molle et pétrie avec du crotin de cheval, ou avec de la bourre, dont l'objet est de rendre les parties de la terre plus adhérentes les unes aux autres et de diminuer leur retraite. On fait sécher ces couches les unes après les autres, en faisant tourner le modèle sur un feu de charbon, et on donne aux dernières couches la forme exacte que doit avoir le canon, au moyen d'un *échantillon.* On nomme ainsi une planche découpée suivant le profil de la piéce, et qui, étant présentée à la

distance convenable, enlève toute la terre molle qui excède le profil. Pour que ces dernières couches puissent prendre exactement la forme du canon, il faut qu'elles soient faites d'une terre plus délayée que les premières, qu'elles soient mêlées de moins de crotin, et qu'elles soient plus minces. On moule à part les modèles des tourillons dans des coquilles de fer coulé qui portent aussi les embases, et quand ils sont séchés, on les place sur le modèle de canon, auquel on les fixe légèrement par des clous. Ces modèles de tourillons peuvent aussi être faits en bois ; mais de quelque matière qu'ils soient faits, il faut apporter la plus grande attention dans la détermination de leur emplacement ; la moindre erreur à cet égard occasionneroit de grandes réparations après la coulée. On agit de la même manière pour les anses ; on les moule séparément et puis on les adapte au modèle. Dans cet état le modèle, auquel on donne le nom de *noyau*, est propre à servir à la confection du moule.

Pour faire le moule, on enduit d'abord le noyau d'une légère couche de cendre lessivée, qui doit empêcher le moule d'adhérer au modèle ; puis on met sur tout le modèle une première couche de terre argileuse très-délayée et mêlée de peu de crotin, afin qu'elle puisse s'appliquer sur toutes les parties du noyau et en bien prendre la forme. Quand elle est sèche, on en met une seconde de la même terre, qui a pour objet de remplir les gerçures de la première. On la laisse également sécher, et ensuite on met deux couches consécutives d'une terre plus épaisse, moins molle et mêlée de plus de crotin ; puis on garnit tout le

moule de bandes de fer, dans sa longueur, et dont quelques-unes embrassent la partie du moule qui correspond aux tourillons. On les recroise par des anneaux de fer qui s'ouvrent à charnière pour embrasser le moule ; on referme ensuite ces anneaux, et on en rapproche les deux bouts de l'ouverture que l'on serre avec des fils métalliques. Enfin on recouvre le tout de plusieurs couches de terre, qui ne se mettent chacune que quand la précédente est sèche.

Le moule fini, on le soulève au moyen d'une grue, et on le laisse reposer sur un chariot qui lui présente trois points d'appui. La position de ces points d'appui doit être prise avec la plus grande exactitude ; un défaut de soin à cet égard pourroit faire plier le moule, et rendre la piéce défectueuse. Au reste, les petites erreurs peuvent se réparer au moyen de calles formées par des bouchons de paille.

Le moule mis sur le chariot, on chasse par le petit bout le trousseau qui se dégage facilement ; on retire la natte de foin cordé : la terre qui reposoit sur cette natte, et qui composoit le noyau, s'éboule de toutes parts, parce qu'elle n'a contracté aucune adhérence avec le moule ; on repousse dans l'intérieur les modèles des tourillons qui tombent sur la terre éboulée, et on retire le tout de l'intérieur du moule. Enfin on garnit les bouts des tourillons du moule, de deux gâteaux de terre bien séchée, et qu'on fixe à la ferrure de ces tourillons.

Cela fait, on chauffe l'intérieur du moule pour le bien sécher ; ensuite on y passe un enduit d'argile délayée à grande eau pour réparer tous les petits défauts, et enfin une couche de charbon de bois pilé très-fin et délayé dans

une eau légèrement argileuse. L'objet de cette dernière couche est d'empêcher que le métal n'adhère au moule, et que la surface extérieure du canon ne s'oxide en touchant la terre du moule qui, malgré tous les soins que l'on a pris, retient toujours un peu d'humidité.

On fait à part le moule de la culasse du canon et celui de la *masselotte*, et on dispose leurs ferrures de manière qu'elles correspondent à celle du moule du canon, et qu'elles puissent être fixées à celle-ci par le moyen de fils de métal.

La *masselotte* est une partie dont on alonge le canon du côté de la bouche, et qui doit ensuite en être retranchée. Elle a trois objets; le premier, de comprimer par son poids le métal en fusion, et de l'obliger à remplir exactement toutes les parties du moule; le second est de fournir du métal à la pièce à mesure qu'elle prend de la retraite par le refroidissement; le troisième est de recevoir toutes les impuretés que le métal en fusion rejette à sa surface, et toutes les soufflures que ces impuretés occasionnent, de manière qu'en coupant la masselotte la piéce soit sans défaut.

Tout étant ainsi disposé, on descend le moule, la culasse en bas, dans une fosse assez profonde, creusée en avant du fourneau. Lorsqu'il est posé bien d'à-plomb, on remplit la fosse de terre sèche, qu'on bat tout-autour du moule pour le soutenir et le mettre en état de résister à la pression du métal fondu.

On voit que ce procédé exige pour chaque piéce, la confection d'un noyau qui doit être détruit; ce qui, indépendamment

pendamment de la perte de temps et de main-d'œuvre qu'il occasionne, expose à des erreurs, soit dans les dimensions même de la piéce, soit dans la position des tourillons et des anses. Il est dangereux pour la santé des ouvriers; car il y a tout au plus trente ou quarante heures d'intervalle entre deux coulées consécutives : c'est dans ce temps très-court que les cuveurs sont forcés d'enterrer le moule, de déterrer et de retirer de la fosse le canon coulé; ils sont obligés d'employer la même terre pendant un temps considérable, et à chaque coulée, de jetter de l'eau pour la refroidir. Cette eau produit une vapeur mal-saine, et il est rare que les mêmes cuveurs fassent le service pendant une campagne entière sans tomber malades. Enfin, ce procédé n'est jamais assez exact pour dispenser de tourner par le dehors les piéces de fer coulé, pour le service de la marine. C'est cependant ce procédé que l'on suit encore aujourd'hui dans les anciennes fonderies de Douai, Strasbourg et Ruelle, quoique, depuis un assez grand nombre d'années, le moulage en sable soit connu et pratiqué en France dans les fonderies nouvelles.

Dans la fonderie de l'arsenal de Paris, c'est aussi du moulage en terre qu'on fait usage; mais on y a introduit plusieurs changements très-avantageux, et qui en font, pour ainsi dire, un procédé tout différent. D'abord on ne fait pas le noyau en terre. Pour toutes les piéces du même calibre, on se sert d'un même modèle exécuté avec soin. Ce modèle peut être fait en bois; il vaut mieux qu'il soit en laiton; il doit porter d'une seule piéce la culasse et la masselotte. Le moule est divisé en deux parties dans le sens de la

longueur de la piéce , et chacune de ces parties se fait séparément de la même manière.

Pour cela , après avoir posé le modèle horisontalement, on applique sur toute sa moitié supérieure une couche d'environ dix-huit ou vingt lignes d'épaisseur d'une terre argileuse pétrie avec du crotin de cheval ou de la bourre , et assez molle pour prendre sous la compression de la main toutes les formes du modèle. Lorsque cette couche est appliquée , on y enfonce le doigt d'environ cinq ou six lignes ; pour faire dans toute sa surface des trous nombreux dont nous verrons incessamment l'usage ; puis on la couvre pendant une demi-heure , de charbons allumés qui sèchent la surface , et lui donnent un commencement de dureté. Cela fait , on gâche du plâtre , et on en met une première couche assez épaisse. Cette couche se durcit bientôt , et les parties qui se sont introduites dans les trous pratiqués dans la terre molle , forment autant de chevilles qui contiendront cette terre pendant sa dessication , et distribueront , d'une manière uniforme , l'effet de sa retraite. Puis après avoir placé sur le plâtre une cage de fer composée de fortes barres longitudinales et transversales , clouées les unes aux autres par des boulons rivés , on applique sur le tout une seconde couche de plâtre très-épaisse , de manière que la cage se trouve prise et scellée entre les deux couches consécutives de cette matière. On enlève le moule ; on le retourne , et l'on remplit toute sa concavité de charbons allumés pour opérer la dessication de la terre. Lorsque la terre est séchée , on remplit les gerçures par une couche d'argile très-délayée , et quand elle est sèche , on la couvre

d'un enduit de charbon pilé pour les mêmes fins que dans la méthode précédente.

Les deux moitiés du moule étant ainsi faites séparément, on les réunit de manière qu'elles se correspondent parfaitement, et on les serre fortement l'une contre l'autre au moyen de boulons portant vis et écrou qui passent dans des trous pratiqués pour cet objet aux extrémités des barrès transversales des deux cages. Enfin on garnit de plâtre les jointures. Dans cet état, le moule est terminé ; on l'enlève au moyen de la grue, et on le place debout dans la fosse où il n'a pas besoin d'être contenu par de la terre, parce que la force des deux cages de fer est en état de résister à la pression du métal en fusion.

Quoique ce procédé soit plus simple que l'ancien moulage en terre, il n'a cependant pas toute la perfection desirée. Les piéces ne viennent jamais assez bien pour que l'on soit dispensé de les réparer sur le tour.

## I I.

### *Du moulage en sable.*

Dans le moulage en sable, le modèle de la piéce de canon, garni de sa masselotte, est en cuivre ou en fer. Le premier de ces deux métaux est préférable, parce que sa surface est plus unie et qu'il se dépouille mieux du sable. Le modèle est divisé en tronçons qui se moulent séparément, et la division est telle que chaque tronçon puisse facilement se dépouiller. Chaque tronçon a une caisse par-

ticulière de fer coulé, à-peu-près de même hauteur que lui, et composée de deux pièces qui se réunissent dans le sens de la longueur, et que l'on serre l'une contre l'autre avec des boulons à clavette. Le modèle se place au centre de la caisse, et on remplit l'intervalle qui se trouve entre lo modèle et la caisse avec du sable mêlé d'argile, que l'on presse et que l'on bat par couches successives, de manière qu'il prenne une dureté suffisante.

Le modèle de cuivre est creux, tant pour diminuer son poids que pour la facilité du service. Si la piéce doit porter quelques parties saillantes, comme les tourillons, une astragale, etc, on applique les modèles de ces objets sur le modèle du canon, et on les y fixe par des vis que l'on tourne dans l'intérieur, du modèle, à-peu-près comme des tire-fonds. Quand la piéce est moulée, on démonte les vis, le corps du modèle se dépouille, et on retire ensuite les modèles des parties saillantes. On fait ensuite sécher les différentes parties du moule dans une étuve, puis on enduit l'intérieur, d'une couche de charbon délayé. Dans cet état, les parties du moule sont descendues par ordre dans la fosse, où on les monte les unes sur les autres; on les lie entre elles par des boulons à clavettes, et le moule est prêt à recevoir le métal.

Cette description rapide est bien éloignée de suffire à ceux qui voudroient mettre à exécution le moulage en sable, et nous allons entrer, pour chaque partie de l'opération, dans tous les détails que nous croyons nécessaires.

*Construction des Caisses.* L'étui, en fer coulé, d'un

moule de canon est composé d'autant de parties ou de caisses particulières qu'il y a de tronçons dans le modèle. Chacune de ces caisses est divisée en deux parties, dans le sens de la longueur du canon, pour pouvoir dépouiller le canon du sable qui l'enveloppe, lorsqu'il est coulé ; et chaque partie est garnie, dans tout son contour, de rebords ou de brides, au moyen desquelles on peut assembler toutes les parties de l'étui, et les serrer au moyen de boulons à clavettes. Les brides longitudinales et en ligne droite servent à réunir les deux moitiés d'une même caisse; et les brides circulaires assemblent deux caisses consécutives. On sent que ces brides doivent être percées de trous pour placer les boulons, et que dans les brides qui doivent être en contact, ces trous doivent parfaitement se correspondre.

Pour fondre les parties d'étui, on forme en plâtre ou en bois un demi-cylindre qui doit avoir le diamètre et la forme extérieure de la partie que l'on veut faire, et quelques pouces de longueur de plus. Ses extrémités doivent être arrondies pour se dépouiller facilement du sable. On forme à chacune de ces extrémités une rainure de six à neuf lignes de largeur et d'autant de profondeur, suivant le calibre de la pièce à laquelle la caisse est destinée. Par exemple : pour le calibre de trente-six, on donne neuf lignes à ces rainures, et un peu moins pour les calibres inférieurs. Dans ces rainures on place des planches circulaires de trois à quatre pouces de large, qui forment les brides de raccordement pour deux caisses consécutives. Le tout étant placé sur un plateau de bois, on met sur chaque côté, une planchette de même dimension que les cercles, et qui doit former le raccorde-

ment pour les deux parties de la même caisse. On pose ensuite un chassis, ou de bois, ou de fer coulé, si on en a, et on foule le sable à la manière ordinaire. On place les jets sur le corps de l'étui, et les évents sur les parties les plus élevées des brides ou rebords.

Lorsque cette partie du moule est faite, on l'enlève et on la retourne ; le demi-cylindre de bois ou de plâtre reste sur le plateau, et les planchettes, ainsi que les courbes restent engagées dans le sable. Ces courbes présentent une saillie égale à la partie qui étoit engagée dans la rainure du demi-cylindre. On remplit cette saillie avec de petites planchettes étroites, de même épaisseur que la saillie ; on pose la seconde partie du chassis ; on foule le sable à l'ordinaire, et on retourne ensuite tout le moule ; on l'ouvre, on retire du sable toutes les petites planches qui se dépouillent facilement, et le moule est fini.

Ces sortes de piéces se coulent sans faire sécher les moules, en observant de ne pas trop fouler le sable.

Si l'on veut éviter de percer à froid les trous pour les anses, et pour les boulons à clavettes, qui servent à fixer, les unes aux autres, les parties de l'étui, on placera aux endroits indiqués des petits noyaux de terre qui produiront des trous dans la piéce coulée ; mais alors il faudra avoir grande attention pour les brides qui doivent se raccorder les unes avec les autres, que ces petits noyaux soient placés exactement de manière que les trous se correspondent.

La caisse qui correspond à la partie du modèle qui doit porter les tourillons, doit avoir deux bras, un à chaque partie de la caisse, et dans lesquels les tourillons doivent

être moulés. Pour mouler ces bras, il faut ajouter sur le demi-cylindre, une boîte à huit pans, et lui donner beaucoup de dépouille, afin que les deux parties du moule, celle de l'intérieur et celle de l'extérieur puissent s'enlever facilement.

La caisse de la culasse ne peut se mouler de même; elle doit suivre à-peu-près le même profil que cette partie de canon; on la tourne à l'échantillon avec deux planches profilées, l'une pour l'intérieur et l'autre pour l'extérieur.

Les anses de chaque partie de l'étui, ainsi que les boulons à clavettes de raccordement sont rivées à chaud.

*Des modèles.* Les différents tronçons du modèle doivent avoir leurs surfaces bien lisses et bien dressées. Si dans le milieu il y avoit quelques enfoncements, le modèle ne pourroit plus se retirer du moule.

Chaque tronçon doit avoir un peu plus de longueur que la partie correspondante de la pièce de canon, à cause de la retraite que le métal prend en se refroidissant. Cette retraite qui n'est pas absolument la même pour tous les fers coulés, est estimée de trois quarts de ligne pour pied de longueur. Son effet est trop peu considérable sur le diamètre, pour qu'on y ait égard.

Les points de division du modèle ou tronçons sont 1°. à la culasse, 2°. au premier renfort, 3°. au second renfort, 4°. à la tulipe; et tous ces tronçons, placés dans l'ordre convenable, les uns sur les autres, doivent représenter le modèle complet avec sa masselotte. Pour que dans l'opération du moulage, les différents tronçons n'éprouvent aucun dérangement, ils s'assemblent l'un sur l'autre par gorge et

feuillure, à-peu-près comme la boîte et le couvercle d'une tabatière. Cette gorge et la feuillure doivent avoir quelques lignes de profondeur, et la partie de tronçon qui doit s'introduire dans le tronçon contigu, doit être prise en excès sur la longueur du premier, afin que les deux tronçons étant réunis, ils aient ensemble la longueur déterminée.

Nous avons déja dit comment s'ajustent les modèles de parties saillantes ; néanmoins l'astragale exige quelques détails de plus. Si le modèle de l'astragale étoit un cercle d'une seule piéce portant la moulure nécessaire, après avoir retiré du moule le modèle du tronçon, ce cercle resteroit engagé dans le sable, et il seroit impossible de le retirer. Il faut donc diviser ce cercle en plusieurs parties qui se retirent séparément. On le divise ordinairement en trois parties ; mais cette division ne doit pas être faite par des coupes dirigées au centre ; car les différentes parties résisteroient comme les voussoirs d'une voûte à leur extraction. Il faut que cette coupe soit excentrique et en sifflet ; alors les piéces se dépouillent avec facilité. On sent que chaque piéce doit être vissée séparément sur le corps du modèle du tronçon.

*Du sable.* La nature offre rarement un sable parfaitement propre au moulage ; mais après avoir reconnu les qualités que le sable doit avoir, il n'est jamais difficile d'en composer un qui satisfasse à toutes les conditions.

Or, 1°. il ne faut pas que le sable soit de nature à se fondre par la grande chaleur que lui fait éprouver la fonte de fer en fusion ; car alors il se vitrifieroit à la surface, il produiroit des galles, et il empêcheroit la dépouille.

2°. Il

2.° Il ne faut pas qu'il soit trop terreux, parce qu'il prendroit trop de retraite en séchant.

3.° Il faut qu'il soit rude et anguleux ; car si ses molécules étoient arrondies, elles ne pourroient pas se lier, et elles ne tiendroient pas au démoulage.

4.° Enfin, il ne faut pas que le sable soit pur, car il n'auroit point de liant, et il ne garderoit pas la forme qu'on lui auroit donnée.

Ainsi, pour faire un sable qui ait toutes les qualités convenables, il faut choisir du sable quartzeux, anguleux, un peu gros et bien réfractaire, c'est-à-dire, qui ne se vitrifie pas seul au plus grand feu ; puis l'humecter avec de l'eau dans laquelle on ait délayé de l'argile, et bien mêler. On reconnoît qu'il y a assez d'argile dans le mélange, lorsqu'en en prenant une poignée, quand il est encore humide, la serrant dans sa main, et ouvrant ensuite la main, sa masse ne perd pas la forme que la compression lui a donnée.

Lorsque le recuit que l'on est obligé de donner aux moules, et la chaleur du métal ont durci l'argile et lui ont enlevé son liant, on l'humecte de nouveau avec de l'eau chargée d'argile. Par-là, le même sable peut servir très-long-temps. Enfin, à défaut de sable, on pourroit, en suivant le procédé précédent, se servir de ciment tamisé, pourvu que la terre cuite dont on retireroit ce ciment, fût assez réfractaire pour ne pas se vitrifier par la chaleur du métal en fusion.

*Du moulage.* Pour mouler un canon, on commence par prendre le modèle de la culasse, et on le pose sur

K

un plateau de bois ; on recouvre ensuite ce modèle, de la partie de l'étui qui doit l'envelopper, et on foule le sable entre deux. Lorsque cela est fait, on retourne le tout, et on saupoudre de charbon pilé la surface du sable compris entre le modèle et la caisse, afin que le sable de la partie suivante ne contracte aucune adhérence avec lui, lorsqu'il faudra les séparer pour retirer les parties du modèle de l'intérieur du moule.

Puis, au moyen d'une grue qui doit être placée d'une manière convenable à ce genre de service, on apporte le modèle du premier renfort, et on le pose doucement sur celui de la culasse, de manière que la feuillure de l'un entre exactement dans la gorge de l'autre. Ensuite on apporte de même la caisse du premier renfort, on l'élève assez avec la grue pour la présenter au-dessus de son modèle, et on la laisse descendre doucement jusqu'à ce qu'elle repose sur la caisse de la culasse, en ayant soin de la tourner de manière que les trous de sa bride inférieure correspondent à ceux de la bride de la caisse de la culasse.

Cela fait, on jette du sable entre le modèle et la caisse, et on le foule avec des instruments de bois que l'on nomme *battes*. Il faut avoir attention de mettre le sable peu-à-peu : si on en mettoit trop à la fois, il n'y auroit que la partie supérieure de cette charge qui seroit battue et foulée ; la partie inférieure ne seroit pas assez durcie, et elle ne pourroit résister à la pression du métal en fusion, ce qui formeroit à la surface du canon des inégalités très-défectueuses. Les battes qui servent à fouler le sable doivent être assez minces pour ne pas frapper sur une surface trop

étendue, afin que le moulage soit plus serré. Lorsque le tronçon est entièrement moulé, on apporte au-dessus le modèle et la caisse du tronçon suivant, pour lequel on opère de la même manière, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait moulé la masselotte.

Les tourillons se moulent de côté, et cette partie de l'étui est ensuite fermée par une plaque à chaque bout qui s'ajuste avec des boulons sur les autres parties du moule.

Dans les piéces de fer coulé pour le service de la marine, il n'y a d'autres parties saillantes que les tourillons et l'astragale; dans celles de bronze pour le service de terre, il y a de plus des anses. La manière la plus commode de les mouler est de fixer avec des vis sur le modèle du tronçon les modèles des anses pleines et sans vide; on sent que pour cela il faut que la caisse ait en cet endroit un renflement qui procure la place nécessaire. Puis on moule à part en sable, des petits noyaux qui aient précisément la forme du vide des anses; et quand on a retiré du moule les modèles du tronçon et des anses pleines, on introduit les petits noyaux dans la place qu'ils doivent occuper. Ces noyaux doivent entrer à tiroir dans des espaces ménagés pour cela par les modèles même des anses pleines. Ce procédé très-simple est employé avec succès au Creusot, et dispense d'une suite d'opérations qui exigent de l'adresse et beaucoup d'attention.

Lorsque l'on pose une caisse sur celle que l'on vient de remplir de sable, il faut avoir soin de placer entre les deux caisses trois petites calles en forme de coin d'une demi-ligne d'épaisseur, pour empêcher que les deux parties d'étui ne

portent l'une sur l'autre et ne se touchent, parce que le sable, en séchant, prend toujours un peu de retraite; et lorsque ensuite on remonteroit le moule pour couler, les sables des deux parties de l'étui pourroient, sans cette précaution, laisser entre eux un intervalle dans lequel le métal s'échapperoit. D'ailleurs la piéce seroit exposée à ne pas venir parfaitement droite. Enfin, ces coins servent à dresser les caisses de manière que le modèle se trouve toujours au centre.

Le moulage étant fait, on désassemble le moule, afin d'en retirer les différentes parties du modèle. Pour cela, avec la grue, on enlève successivement toutes les caisses qui emportent avec elles le sable et le modèle qu'elles contiennent; on les descend sur le sol, et on les retourne de manière que le gros bout du modèle soit en haut. Puis on retire de l'intérieur du modèle les vis qui y fixent les parties saillantes, s'il y en a; on frappe avec un maillet de bois le modèle pour le détacher du sable; enfin, en le saisissant, on l'enlève doucement au moyen de la grue, en ayant soin que, dans ce mouvement, il n'oscille pas contre le sable qu'il déformeroit. Si cet accident arrivoit, il faudroit le réparer en ajoutant du sable avec une petite truelle; et on rendroit cette partie ajoutée adhérente à la première, au moyen de longues épingles de fil-de-fer que l'on ficheroit au-travers de l'un jusques dans l'autre.

Les caisses ainsi dépouillées de leurs modèles, sont ensuite portées à l'étuve pour être desséchées.

*De l'étuve.* L'étuve est une chambre carrée, de dix

à douze pieds, intérieurement bâtie en maçonnerie de briques, s'il est possible, et voûtée. Il y a à la voûte une ouverture pour laisser sortir la fumée. Au milieu de cette chambre, est placée une grille ou grand réchaud de fer, en forme de trémie, de cinq pieds en carré par le haut, allant en rétrecissant par le bas, et composée de barres de fer d'un pouce carré. Dans cette grille on met du bois ou du charbon de terre.

Les moules se rangent autour de cette grille; on peut en mettre plusieurs étages, en les soutenant avec des barres de fer, qui se placent en faisant entrer leurs extrémités dans des trous pratiqués dans les murs.

Il faut environ quinze heures de feu pour sécher les moules, avec une chaleur assez forte. Il ne faut cependant pas qu'ils rougissent, ce qui feroit travailler le fer des caisses, et les détruiroit promptement.

Lorsque les moules sortent de l'étuve, et avant que de les rassembler, il faut y mettre la potée, c'est-à-dire, la couche de charbon pilé, délayé dans de l'eau argileuse. On se sert pour cela d'un pinceau à long poil, et on passe cette espèce de peinture sur tout l'intérieur des moules. La chaleur la fait sécher à mesure qu'on la pose; ainsi, il faut avoir soin de ne pas passer plusieurs fois sur le même enduit, ce qui occasionneroit des épaisseurs inégales.

*De la grue.* Les tronçons du modèle d'un canon, et les parties d'étui qui leur correspondent, sont des piéces assez pesantes; il faut qu'elles soient placées les unes sur les autres, avec précaution et sans choc. Il est

donc indispensable dans une fonderie d'établir une grue tournante pour faciliter le travail et économiser le nombre des bras dont sans cela on auroit besoin pendant quelques instants, et qui n'auroit pas d'emploi dans le reste du temps.

Cette grue doit avoir au moins dix pieds de bras, et environ quinze ou seize pieds d'élévation. Elle doit porter à l'extrémité de son bras une moufle dont la corde vienne s'envelopper autour d'un treuil horisontal, fixé à l'arbre vertical de la grue. Il est même nécessaire d'ajuster une roue dentée sur l'axe de ce treuil, et un pignon sur la manivelle qui la fera mouvoir.

La grue devra servir non-seulement à manœuvrer les tronçons de modèles et les caisses pour l'opération du moulage, mais encore à assembler les parties du moule dans la fosse, et à en retirer la piéce de canon coulée. Il faut que son arbre vertical soit placé de manière que l'extrémité du bras, en tournant, puisse se placer sur la fosse, et sur tous les points de la halle où on sera forcé d'opérer.

## CHAPITRE II.

### *Des Fourneaux et du Coulage des piéces.*

Le moule étant mis en place dans la fosse, si la piéce est de petit calibre, ou, ce qui revient au même, si le creuset du fourneau contient assez de matière pour fournir à la coulée ; on pratique en terre une rigole pour conduire le métal, coulant depuis le trou du creuset du fourneau,

jusqu'à la bouche du moule, et on prolonge cette rigole de manière que le jet de métal puisse tomber directement dans le moule. La terre de cette rigole ne doit pas être trop sèche, parce que le métal l'entraîneroit avec lui dans le moule; elle ne doit pas être humide, parce qu'elle occasionneroit des explosions qui pourroient faire manquer la coulée; elle a l'humidité nécessaire lorsqu'elle peut être battue et unie à sa surface. Tout étant ainsi disposé, on perce avec un ringard le trou du creuset, qui n'est bouché qu'avec un tampon de terre, et le métal s'écoule par la rigole dans le moule. On traverse cette rigole par une pale, qui, plongeant un peu dans le ruisseau de métal, arrête les scories qui flottent à la surface, et ne laisse passer que le métal pur dans le fond de la rigole. Enfin, quand le moule est plein jusqu'au sommet de la masselotte, on arrête l'écoulement en enfonçant la pale qui ferme la rigole.

Pour les pièces de gros calibre, dont chacune exige dix ou onze milliers de fonte, les creusets des hauts fourneaux ne contiennent pas assez de matière. On y supplée en bâtissant à portée du haut fourneau un ou plusieurs *fourneaux de reverbère*, qui ont simplement pour objet de refondre la fonte provenant d'autres fonderies, et d'en fournir la quantité qu'exige la coulée. Alors on réunit les rigoles de ces fourneaux à celle du haut fourneau; on perce d'abord les creusets des fourneaux de reverbère parce que la matière acquérant plus de ténacité, lorsqu'on la refond une première fois, elle convient mieux pour le tonnerre de la piéce qui doit être capable d'une plus grande résistance; on perce ensuite le creuset du haut fourneau, pour achever la volée

du canon et la masselotte, de manière cependant qu'il n'y ait aucun intervalle entre les deux écoulements.

Les fourneaux de reverbère sont chauffés avec un combustible qui produit de la flamme. Le feu n'y est point animé par des soufflets; son activité est excitée par le tirage de la cheminée, et elle est d'autant plus grande que la cheminée est plus haute. La flamme, pour aller gagner la cheminée, est obligée de frapper le métal qui est placé sur une sole en pente, et à mesure que le métal se fond, il coule et se rassemble dans le creuset du fourneau.

L'art de fondre le fer au fourneau de reverbère, consiste principalement dans la vitesse avec laquelle on met en fusion. Ce métal perd facilement le charbon qu'il a absorbé dans le haut fourneau, et si on le tenoit long-temps au feu avant que le degré de chaleur l'eût porté à la fusion, la fonte perdroit de sa fusibilité; il faut donc que le fourneau ait la forme qui peut prendre, dans le moins de temps, le plus haut degré de chaleur.

Le nom de *reverbère* que l'on a donné à ces fourneaux vient de l'opinion où l'on étoit que la voûte de ce fourneau refléchissoit la flamme sur le métal et augmentoit la température, et d'après cela on a attaché une grande importance à la forme de la voûte. Cette forme doit être telle que la voûte puisse subsister, et dure le plus long-temps; mais elle ne fait rien à la température. Ce qui contribue le plus à donner un très-haut degré de chaleur, c'est le peu de capacité du fourneau. Il est beaucoup plus difficile d'échauffer un grand espace que d'en élever un plus petit à la même température. Ainsi la principale attention à apporter

apporter dans la construction des fourneaux de reverbère, c'est de supprimer toute capacité inutile, et d'éviter tous les enfoncements qui n'ont pas d'objet. Il faut ensuite observer que le volume de la flamme diminuant à mesure qu'elle s'éloigne du corps en combustion, les dimensions de la coupe intérieure du fourneau doivent diminuer de même, depuis la grille jusqu'à la cheminée.

Le fourneau, sans comprendre la cheminée, est composé de trois parties principales : la chauffe, l'autel et le creuset.

La grille de la chauffe est fort large, et doit présenter plus de surface que la coupe du fourneau, même dans la partie la plus large ; elle doit être placée à huit pouces au-dessous du mur de l'autel. Si le charbon de terre que l'on emploie est menu, il faut remonter la grille de quelques pouces ; pour cet effet, les deux linteaux qui portent les barreaux de la grille, doivent être encastrés dans une rainure pratiquée dans la maçonnerie, pour pouvoir les élever ou les baisser à volonté ; afin qu'entre le foyer et la capacité du fourneau il y ait le moins possible de flamme inutile. Les barres de cette grille, qui ont un pouce de largeur, sont amincies à leur partie inférieure pour que les scories, qui passent entre elles, puissent se dégager facilement et tomber dans le cendrier. Ces barres ne sont point engagées dans la maçonnerie ; elles sont simplement portées par les linteaux, taillés en cremaillère pour recevoir une barre dans chaque entaille.

L'autel est la partie de la sole du fourneau sur laquelle on pose les masses de métal que l'on veut mettre en fusion.

Sa surface, ainsi que celle de toute la sole, est formée avec du sable qui doit être un peu fusible et s'agglutiner par la violence du feu. On étend ce sable le plus uniment qu'il est possible, en relevant un peu les bords, de manière que le métal fondu ne puisse s'introduire entre la sole et la maçonnerie du fourneau.

Le creuset est le bas de la sole du fourneau où le métal vient se rassembler à mesure qu'il entre en fusion. Il est percé, dans la partie la plus basse, d'un trou qui est bouché avec un tampon d'argile pendant la durée de l'opération, et qu'on débouche ensuite par dehors avec un ringard, pour le moment de la coulée.

Le fourneau de reverbère doit être bâti tout en briques. On le consolide par des tirants de fer qui retiennent l'écartement que produit le feu. Ces tirants le traversent dans sa longueur et dans sa largeur, et sont arrêtés à leurs extrémités par des vis et des écrous. On doit ménager, dans sa construction intérieure, une épaisseur de huit pouces en briques sur les côtés, laquelle ne doit pas être liée avec le reste de la maçonnerie. Cette épaisseur de briques s'appelle la chemise. Elle se détruit promptement par le feu, et on est obligé de la renouveller souvent, ainsi que la voûte. On emploie les briques les plus réfractaires pour faire cette chemise, et on les maçonne en se servant pour mortier de la même terre avec laquelle on les a fabriquées. Cet objet exige la plus grande attention ; plusieurs fourneaux de reverbère pour lesquels on n'avoit pas pris des précautions suffisantes à cet égard, sont entrés en fusion eux-mêmes la première fois qu'on y a mis le feu.

Il est facile de faire des briques très-réfractaires. Il suffit pour cela de choisir de l'argile qui ne contienne point de terre calcaire, et d'y ajouter autant de sable quartzeux qu'elle peut en supporter sans perdre le liant qui est nécessaire, et de bien mêler, avant que de la mettre en moule. Il faut éviter tout mélange de terre calcaire ; car, comme nous l'avons déja dit à l'occasion de la fonte du minerai de fer, cette substance a la faculté de faire entrer en parfaite fusion le sable et l'argile lorsqu'elle y est mêlée en quantité suffisante. On reconnoît qu'une terre contient de la terre calcaire, par l'effervescence qu'elle produit lorsqu'on verse dessus, quelques gouttes d'eau-forte, c'est-à-dire, d'acide nitrique ou d'acide sulfurique.

Le fourneau de reverbère a trois ouvertures ; une première par laquelle on jette le charbon de terre sur la grille, et qui se bouche avec le charbon même. Une seconde par laquelle on charge le fourneau, et qui se ferme par une portière composée de briques maçonnées dans un chassis de fer. Comme cette portière est d'un poids considérable, et comme elle est exposée à une grande chaleur, pour la manœuvrer commodément, on la suspend à une chaîne qui passe sur une poulie, et qui porte à son autre extrémité un contre-poids au moyen duquel on peut facilement l'élever et l'abaisser. La troisième ouverture est placée à la partie inférieure du fourneau, au-dessus du bain du creuset. Elle sert à brasser le métal lorsqu'il est en fusion, pour le mêler, et rendre sa qualité uniforme dans toute son étendue ; et à puiser le métal à la cuiller pour certains petits objets de fonte. Cette ouverture est fermée par un

carreau de terre cuite, au milieu duquel est un trou pour regarder dans l'intérieur, et s'assurer de l'état de la fusion. Ce trou se ferme lui-même avec un bouchon de terre. Les deux dernières ouvertures se lutent avec du sable à mouler.

Pour fondre dans le fourneau, on commence par chauffer jusqu'à ce que l'intérieur soit rouge-blanc, et que le sable de l'autel ait un commencement de vitrification; ce que l'on reconnoît en frappant dessus avec un ringard de fer. Cette précaution est nécessaire pour empêcher que le métal que l'on pose dessus ne s'enfonce dans le sable.

Lorsque le fourneau est porté à ce degré de chaleur, on lève la portière; on charge jusqu'à cinq milliers pesant de métal en morceaux, et l'on y met la plus grande célérité pour ne pas occasionner un trop grand refroidissement.

Pour faciliter l'opération de charger le fourneau de reverbère, il est bon de faire couler la gueuse, dans les hauts fourneaux, en petits gueusets de cent livres environ; cependant on peut y mettre des morceaux beaucoup plus gros, comme des fragments de vieux canons, et comme les masselottes de ceux qui ont été fabriqués précédemment. La charge étant faite, on lute les ouvertures, et après deux ou trois heures de feu, le métal doit être entiérement coulé en bain dans le creuset.

Quand les masses qui composent la charge ont des parties rouillées, ce qui arrive ordinairement aux cassures, l'oxigène de cet oxide se porte sur le charbon contenu dans la fonte et le brûle; le métal s'affine à sa surface, et ayant perdu une partie du charbon qui le rendoit fusible, il ne

prend que l'état pâteux, et l'enveloppe des morceaux reste en masse sur l'autel. Dans ce cas, un moment avant la coulée, on élève un peu la portière, et avec un ringard, on soulève cette masse, pour faciliter l'écoulement des parties qui sont en fusion, et permettre qu'elles se réunissent dans le bain.

On donne le nom de *carcas* aux masses qui résistent ainsi à la fusion. C'est du fer qui a subi l'affinage jusqu'à un certain point ; il est propre à être porté à l'affinerie pour être converti en barres.

On peut faire plusieurs fontes de suite, en prenant la précaution de nétoyer la sole du fourneau, et d'enlever toutes les scories qui peuvent y rester. Dans ce cas, il faut jetter un peu de sable sur l'autel, l'étendre avec le ringard, puis fermer la portière pour chauffer un moment, et enfin charger de nouveau.

Dans tout ce qui précède, nous avons supposé que les fourneaux de reverbères devoient être chauffés avec du charbon de terre ; comme l'activité de ce combustible est très-grande, en ce qu'il contient beaucoup de matière inflammable sous un petit volume, la fusion est plus rapide, et la fonte éprouve moins d'altération. Ainsi par-tout où il est possible de se procurer du charbon de terre, il faut lui donner la préférence. Mais dans les pays même où il est impossible de s'en procurer, on peut employer les fourneaux de reverbère, en les chauffant avec du bois. Pour cela, il faut placer la grille du foyer, plus bas, de manière qu'entre cette grille et le mur de l'autel, il y ait la longueur d'une bûche. On place les bûches debout sur la

grille, afin que leur inflammation soit plus rapide, et que le coup de feu soit plus fort. Alors on charge le bois par en haut, au moyen d'une ouverture pratiquée dans le fourneau, au-dessus du foyer, et l'on ferme cette ouverture avec un couvercle dès qu'on a jetté le bois. Il faut aussi avoir attention de n'employer que du bois menu, de refendre les grosses bûches, et de les faire sécher, afin de rendre la combustion plus rapide.

La coulée faite, on laisse le moule en place, environ dix ou douze heures, pour lui donner le temps de se refroidir et de pouvoir être transporté sans que la piéce soit exposée à s'altérer; ensuite on le retire de la fosse; on désassemble toutes les parties de l'étui; on dépouille la piéce, du sable qui lui adhère, et elle est en état d'être portée à la forerie.

## CHAPITRE III.

### *Du Forage des Canons.*

On a d'abord commencé par couler les canons creux; pour cela on plaçoit au milieu du moule un noyau de terre qui étoit maintenu dans le centre de la piéce, par en bas, au moyen de trois branches de fer qui restoient engagées dans la matière de la culasse; lorsqu'ensuite le noyau étoit enlevé, il n'y avoit plus, pour ainsi dire, qu'à polir l'ame de la piéce avec un allésoir. Pour remplir ce but, on plaçoit le canon verticalement dans un coulisseau, la

bouche en en-bas ; la barre de l'allésoir servoit d'axe à un manége que deux chevaux faisoient tourner ; et le poids du canon le faisoit descendre sur l'allésoir à mesure que le travail avançoit. Pour les grosses piéces, la pression, occasionnée par leur poids, auroit été trop forte, et on la modifioit par un contre-poids.

Le noyau qui formoit l'ame de la piéce étoit sujet à se décentrer, et la gêne qu'il apportoit à la retraite du métal donnoit lieu à des soufflures qui rendoient les piéces défectueuses. Maintenant on coule les canons pleins, on les fore ensuite, et le moule n'a pas besoin de noyau.

Marits est le premier qui ait imaginé de placer les canons horisontalement, et de les faire tourner eux-mêmes, au-lieu de faire tourner les forets. Par ce procédé il est bien facile de percer le canon suivant son axe, et l'on est assuré que l'ame est bien centrée lorsque l'on voit que la tige du foret ne participe pas au mouvement de la piéce ; tandis que quand c'est au contraire le foret qui tourne, si la direction qu'on lui donne ne coïncide pas parfaitement avec celle de l'axe de la piéce, l'ame ne se trouve pas au centre.

Dans les anciennes fonderies de Douai, de Strasbourg, de Rochefort et de Ruelle, on est dans l'usage de passer plusieurs forets les uns après les autres pour mettre la piéce à son calibre ; chaque foret augmente le diamètre de l'ame de six ou huit lignes, et après tous les forages successifs on passe l'allésoir. Dans les fonderies nouvelles, on n'employe qu'un seul fore ; l'ame est presque mise de calibre du premier coup, il n'y a plus qu'à y faire passer l'allésoir.

Nous allons décrire les procédés que l'on suit à la fonderie de Chaillot.

Dans cette fonderie, le moteur est une machine à feu ; mais tout le reste de l'usine n'a rien qui ne puisse convenir à tout autre moteur, pourvu qu'il ait une force suffisante.

La machine à feu donne le mouvement à quatre roues dentées en fer coulé, qui engrènent les unes dans les autres. Les axes de ces roues portent chacun un quarré à son extrémité. Dans le prolongement de chacun de ces axes est posée une piéce de canon, supportée par deux collets dont l'un est placé sous l'étranglement du bouton de la culasse, et dont l'autre est sous la naissance de la tulipe. En moulant la piéce, on a ménagé à l'extrémité du bouton de la culasse une tige quarrée de mêmes dimensions que celles des axes des roues, et qui, ne devant servir que pour l'opération du forage, doit être coupée ensuite. On place le canon de manière que le quarré de la culasse corresponde bien au quarré de l'arbre de la roue ; puis on glisse un manchon de fer coulé portant un trou quarré de même grosseur, et de manière qu'il embrasse en-même-temps le quarré de la culasse et celui de l'arbre de la roue. Par-là la roue ne peut pas tourner sans communiquer son mouvement de rotation au canon correspondant. Ainsi la machine à feu fait tourner quatre canons à-la-fois. Comme l'opération de forer est la même pour les quatre piéces, nous la décrirons comme s'il n'y en avoit qu'une.

Les opérations de la forerie ont deux objets ; le premier est de couper la masselotte, le second est de percer l'ame.

Pour couper la masselotte, on dispose un levier de fer mobile,

mobile, dans un plan perpendiculaire à l'axe de la piéce, autour d'un boulon fixé dans le collet qui porte la tulipe. Dans ce levier est une mortaise qui reçoit une lame d'acier taillée en forme de *bec-d'âne*, et assujettie par un coin de fer. La mortaise est placée de manière qu'en faisant tourner le levier autour de son boulon, la courbe que parcourt le taillant du bec-d'âne passe par l'axe de la piéce; par-là le taillant se présente toujours de la manière convenable pour entamer le métal, à quelque profondeur que l'entaille oit poussée.

Pour commencer l'opération, il faut assujettir le levier, afin que la lame ne coupe d'abord que les parties les plus saillantes, et que le taillant arrondisse peu-à-peu cette partie qui, se trouvant à la jointure de la tulipe et de la masselotte, présente ordinairement quelques inégalités. On fixe ce levier, au moyen d'une vis qui, passant dans un écrou pratiqué à son extrémité, est appuyée par le bas sur un point fixe du banc; puis le foreur, en faisant tourner cette vis par un croisillon, rapproche insensiblement du canon le levier et le bec-d'âne qu'il porte; la gorge s'approfondit peu-à-peu; et lorsqu'il ne reste plus à couper que deux pouces ou deux pouces et demi de métal, on donne sur l'extrémité de la masselotte un coup de masse qui la détache de la piéce, et la faif tomber.

Pour forer l'ame, on présente au canon, pendant qu'il tourne, un foret que l'on presse contre le métal, et qui est porté par une tige de fer assez grosse pour résister à la torsion, assez longue pour pénétrer jusqu'au fond de l'ame

du canon, et placée exactement dans la direction de l'axe de la piéce.

Le foret est composé de trois taillants; le premier est taillé en langue-de-carpe; il ouvre le trou d'environ trois pouces de diamètre; derrière ce taillant est une mortaise dans laquelle on introduit en travers, une lame ou barreau d'acier qui coupe de part et d'autre en avant, et qui augmente d'environ huit lignes l'ouverture faite par la langue-de-carpe; enfin derrière cette lame se trouve une autre mortaise d'équerre sur la première, et qui reçoit une autre lame qui coupe de même en avant, et qui porte la piéce à son calibre. Ces deux lames ne doivent pas être tellement assujetties dans leurs mortaises qu'elles ne puissent glisser; car si elles étoient absolument fixes, il pourroit arriver qu'une seule des extrémités couperoit, et il faut qu'elles travaillent toutes les deux. Il ne faut pas non plus qu'elles soient assez libres pour éprouver des sauts, ce qu'en termes de tour on appelle brouter.

Lorsqu'on commence à forer un canon, on place la pointe de la langue-de-carpe du foret, exactement dans le centre de la piéce. Cette opération exige beaucoup d'attention, car si le trou est mal commencé, il est difficile de le rectifier; et si l'on continuoit un forage commencé excentriquement, la piéce ne seroit pas d'égale épaisseur dans tous les sens, et elle seroit rebutée.

Pour bien centrer le foret, on place sur le banc de forerie et en travers une piéce de bois qui doit porter la tige du foret tout près du canon, et un peu au-dessous du centre; puis au moyen de deux coins que l'on introduit en travers

entre cette piéce de bois et la tige, l'un dans un sens, l'autre dans l'autre, on soulève cette tige, jusqu'à ce que la pointe du foret paroisse correspondre bien au centre de la piéce ; on presse le foret contre la piéce, et l'on fait tourner le canon.

Si, pendant que le canon tourne, le foret prend du mouvement, c'est une preuve qu'il n'est pas au centre de la piéce ; s'il faut l'élever, on chasse les deux coins à coups de marteau ; s'il faut le porter de côté, on frappe le coin qui est du côté opposé ; on opère ainsi jusqu'à ce que le canon ne communique aucun mouvement au foret, et alors on est assuré qu'il est au centre.

La langue-de-carpe fait d'abord son trou ; puis lorsqu'elle a pénétré d'un pouce ou d'un pouce et demi de profondeur, la première lame commence à mordre et augmente l'ouverture ; la deuxième lame mord ensuite, augmente encore l'ouverture, et met la piéce de calibre à deux lignes près que l'on réserve pour l'allésoir.

Il faut surveiller le foret jusqu'à ce que les deux lames soient engagées ; après cela, il est difficile que le foret se dérange.

Il peut arriver, pendant le forage, que la limaille s'engage, lorsque les taillants ne sont pas bien tranchants. On s'apperçoit de cet inconvénient, par le bruit que fait le foret. Dans ce cas, on dégage la limaille, au moyen d'une tringle de fil-de-fer portant un crochet à son extrémité : et lorsque ce moyen ne suffit pas, on retire le foret.

On voit que, par la forme du foret, le fond de l'ame doit être composé de plusieurs parties saillantes les unes sur

les autres. Il faut ôter tous ces redents, avant que de passer l'allésoir. Pour cela, on se sert d'un taillant particulier, que l'on appelle *piéce de fond;* c'est une lame platte, carrée par le bout, et arrondie sur les angles. Elle est fixée avec des vis sur le bout d'une barre qui est demi-circulaire. Elle coupe d'abord le premier redent, ensuite le second, et elle enfonce l'ame de la piéce jusqu'à l'extrémité du trou conique formé par la pointe de la langue-de-carpe.

L'allésoir est une piéce demi-cylindrique sur laquelle on fixe avec des vis une lame d'acier à biseau, et dont le tranchant est dans le sens de la longueur de l'ame. On donne à cette lame la saillie nécessaire pour que la piéce soit exactement de calibre, au moyen de petites lames ou calles de tôle de diverses épaisseurs que l'on place entre le dos du taillant et un arrêt porté par la monture. Ces calles servent encore à rétablir cette saillie, lorsqu'elle a été diminuée par l'affûtage du taillant. Il faut employer l'acier de la meilleure qualité pour faire cette espèce d'outil, afin de n'être pas obligé de l'affûter pendant la durée du forage d'une piéce. Le retard du travail seroit le moindre des inconvénients auxquels cette opération donneroit lieu; le changement de taillant formeroit, dans la surface de l'ame, une onde qu'il seroit difficile de faire disparoître ensuite.

La vîtesse que l'on doit donner au canon sur le banc de forerie, est encore un objet qui doit fixer l'attention. Si le canon tourne trop vîte, le forage avance moins, les taillants s'échauffent, se détrempent et se détruisent promp-

tement. Pour forer une piéce de trente-six, il ne faut pas donner plus de quatre tours et demi ou cinq tours par minute, et pour une piéce de quatre, il n'en faut pas donner plus de sept. En général, il est plus avantageux de faire tourner lentement, et d'augmenter la pression du foret, que de faire tourner vîte, et d'être obligé de diminuer cette pression.

La pression du foret contre la piéce peut s'opérer de plusieurs manières différentes, parmi lesquelles on doit choisir celles pour lesquelles les localités offrent plus de ressources. Dans la fonderie de Chaillot, l'extrémité de la tige du foret, opposée au taillant, est portée par un chariot de fonte, armé de quatre roulettes, qui se meuvent sur les deux jumelles du banc, et qui y sont dirigées dans leur mouvement par des bandes de fer. L'extrémité de la tige est carrée, afin qu'étant fixée sur le chariot, elle ne tourne pas. Sur le même chariot est fixée l'extrémité d'une crémaillère de fonte qui se prolonge au-delà, et qui est supportée par un collet garni d'un rouleau pour éviter le frottement. Au-dessus de ce rouleau est placé un pignon qui engrène la crémaillère, et sur l'axe duquel est montée une grande roue de bois. Autour de la jante de cette roue s'enveloppe une corde, dont un des bouts est garni d'une boucle qui s'accroche à une des chevilles fichées dans la jante, et dont l'autre bout est attaché à l'extrémité d'un levier. Enfin, à l'autre extrémité du levier, est suspendu un poids. D'après cette disposition, on voit que le poids tend à faire tourner la roue; que la roue et le pignon tendent à faire avancer la crémaillère, et que celle-ci tend

à pousser le foret avec une pression qui dépend de la force du poids. Lorsque ce poids est au bas de sa course, on le relève au moyen d'un petit treuil à cric, et on décroche l'anneau de fer qui est à l'extrémité de la corde pour l'accrocher à une cheville plus reculée.

Pour faciliter toutes les opérations d'une forerie, il est indispensable d'établir des moyens commodes pour élever les piéces, les placer sur leurs collets, et les enlever ensuite après l'opération du forage. Lorsque, dans une forerie, il n'y a qu'un ou deux bancs à forer, une simple grue peut remplir cet objet, en lui donnant la force proportionnée au poids des piéces qu'elle doit lever, et en la plaçant de manière qu'elle ne gêne pas le service des foreurs; il faut aussi que l'extrémité de son bras puisse, en tournant, se porter au-dessus des deux bancs à forer, et au-dessus de l'emplacement du chariot, au moyen duquel on conduit ces piéces à la forerie, et au moyen duquel on les en retire.

Mais si l'on a quatre bancs à forer, et même un plus grand nombre placés les uns à côté des autres, la grue ne peut plus remplir toutes ces conditions. A Chaillot, on fait ce service, au moyen d'un chariot roulant sur deux fortes jumelles de bois qui traversent tout l'atelier au-dessus des bancs à forer. Les roues de ce chariot ont un rebord denté, et au moyen d'un pignon sur l'axe duquel est montée une manivelle, on lui fait parcourir facilement la longueur des jumelles. Ce chariot porte de plus un treuil, auquel est fixée une roue dentée, engrenée par un pignon qu'une autre manivelle fait mouvoir, et une corde qui s'enveloppe autour du treuil enlève la pièce, soit im-

médiatement ; soit à l'aide de poulies moufflées. Au moyen de cet équipage, il est facile d'enlever la piéce, de la transporter au-dessus du banc sur lequel elle doit être forée, et de la poser sur ses collets ; et lorsqu'elle est forée, on l'enlève avec la même facilité ; on la transporte au-dessus du chariot qui doit l'emporter, et on l'y dépose.

La limaille produite par le foret est un objet considérable, et dont il est nécessaire de tirer parti. Lorsque cette limaille est de bronze, il faut la porter au fourneau de réverbère pour les coulées suivantes ; mais il faut attendre qu'il y ait déja sur la sole, du métal en bain, dans lequel on puisse sur-le-champ la noyer : alors elle se fond, et augmente la masse en fusion. Si on la mettoit sur l'autel dans le commencement de la charge, elle s'oxideroit en grande partie, et la perte seroit trop grande. Lorsque la limaille est de fer coulé, elle ne peut plus être reportée au fourneau de réverbère. La meilleure manière de l'employer est de la porter à l'affinerie pour en faire du fer forgé ; mais alors il ne faut pas la jetter sur le foyer d'affinerie, car elle se brûleroit complétement, et se dissiperoit en étincelles brillantes. Il faut d'abord la laisser un peu rouiller, afin d'y introduire de l'oxigène qui puisse brûler le charbon qui la rend grise, puis la placer au feu de chaufferie, de manière qu'elle ne soit pas exposée au vent des soufflets. Elle s'y affine peu-à-peu, et se réunit en masse au fond du creuset, où elle augmente la loupe de la chaufferie.

Dans les fonderies où l'on pratique le moulage en terre, on est obligé de mettre sur le tour et de tourner en-dehors

les piéces, même celles de fer coulé pour le service de la marine, afin de réparer tous les défauts qu'entraîne cette espèce de moulage, et de donner aux piéces les dimensions exactes qu'elles doivent avoir à l'extérieur.

Pour cela, on les transporte dans une autre usine, et on les pose sur deux collets comme elles l'étoient à la forerie; une roue à eau les fait tourner sur leurs axes. Puis avec un outil que le tourneur tient à la main, et qu'il promène lentement tout le long de la piéce, il enlève tout ce qui excède les dimensions exigées. Quelquefois l'outil est monté solidement sur un chariot de fer, mobile sur une des jumelles du banc du tour, et mis en mouvement d'une manière lente par une vis qui le pousse. Cette méthode exige un courant d'eau; si l'on n'a pas cette ressource, on peut la monter entre les deux pointes d'un tour, et la faire tourner au moyen d'une corde sans fin, qui embrasse en-même-temps et les piéces et une grande roue de bois qu'une double manivelle fait mouvoir.

Quand on moule en sable, cette opération n'est pas nécessaire, au moins pour les piéces de fer coulé, parce qu'elles viennent assez bien au coulage; et l'on y trouve les deux avantages suivants: 1°. les piéces conservent leur couche extérieure, qui, ayant été refroidie plus promptement, a plus de dureté, et donne au canon plus de solidité; 2°. la surface du métal, telle qu'elle sort de la fonte, est moins susceptible d'être attaquée par la rouille, qu'elle ne l'est quand elle a été entamée par l'outil, et elle se conserve plus long-temps.

CHAPITRE

# CHAPITRE IV.

## *Du Forage des Lumières.*

La lumière est le trou par lequel le feu se communique de l'amorce à la poudre de la charge. On a fait des recherches pour reconnoître à quel point de la charge il étoit plus avantageux que vînt correspondre la lumière ; on avoit cru qu'en la faisant aboutir au milieu de la longueur de la charge, l'inflammation se communiqueroit dans les deux moitiés de la charge en-même-temps, et qu'elle seroit plus rapide ; mais l'expérience a constamment prouvé que l'effet de l'explosion de la poudre est moins grand dans ce cas que quand la lumière aboutit au fond de la charge. Ainsi une des conditions dans la position de la lumière est qu'elle pénètre dans l'intérieur de la piéce le plus près qu'il est possible du fond de l'ame, de manière cependant qu'elle ne soit pas exposée à être bouchée par les culots des cartouches. Sa direction est un peu inclinée vers l'arrière, et on lui fait faire ordinairement un angle de vingt-cinq degrés avec la perpendiculaire à l'axe.

La lumière se perce au foret. Pour cela, on couche le canon sur des chantiers disposés de manière que l'axe soit horisontal, et que la ligne qui passe par les centres des deux tourillons soit d'aplomb ; puis le foret, placé horisontalement et suivant la direction convenable, est mis en

mouvement par un archet; tandis qu'un cric, ou une vis, le pousse dans le sens de sa longueur, à mesure que le forage de la lumière avance.

Dans les piéces de fer coulé, pour le service de la marine, le travail du forage de la lumière se borne à ce que nous venons de dire; mais pour les piéces de bronze il est nécessaire de prendre d'autres mesures. Le métal étant plus fusible, que ne l'est le cuivre, la grande chaleur excitée par l'inflammation de la poudre le fait entrer en fusion à la surface intérieure de la lumière, et la violence du fluide élastique, qui s'échappe par cette ouverture, l'entraîne. D'ailleurs, l'étain qui entre dans la composition du métal étant très-susceptible de s'oxider, il s'empare de l'oxigène du salpêtre, il se détache, et il est emporté par le courant; de manière qu'en très-peu de temps la lumière s'agrandit, et que la piéce devient d'un foible service. Pour éviter cet inconvénient on y met un *grain*.

On appelle grain une piéce de cuivre pur, insérée dans toute l'épaisseur du canon, à l'endroit ou doit être placée la lumière et suivant la direction qu'elle doit avoir; dans le milieu de cette piéce on perce ensuite la lumière. Par le procédé que nous venons de décrire, le cuivre pur étant beaucoup moins fusible que le bronze, et n'ayant pas, à beaucoup près, la même facilité de s'oxider, il conserve plus long-temps sa forme, et il est d'un service plus durable. D'ailleurs, pour lui donner plus de dureté, on a soin, avant de l'employer de l'écrouir; c'est-à-dire, de le battre fortement à froid.

Il y a deux manières de mettre un grain de cuivre aux

canons de bronze. La première consiste à placer le grain dans le moule même de la piéce; on donne à ses faces des contre-pentes, au moyen desquelles le grain est saisi par le métal en fusion, et ne peut ensuite, après le refroidissement, ni avancer ni reculer. Mais la difficulté qu'éprouve le bronze en fusion à se souder sur le cuivre, la différence des retraites que le refroidissement occasionne dans les deux métaux, font que assez souvent les surfaces se séparent, et que dans l'épreuve l'eau filtre entre le bronze et le cuivre.

La seconde manière de mettre le grain ne s'exécute qu'après la coulée. Pour cela, après avoir forgé à froid et écroui le morceau de cuivre destiné à former le grain, on le passe à la filière pour lui donner la forme d'une vis; puis on perce dans la piéce, et suivant la direction de la lumière, un trou d'un diamètre égal à celui du filet intérieur de la vis du grain, ensuite on y taraude un écrou de même pas, et dans lequel on fait entrer la vis de cuivre à force et à refus; enfin, on perce la lumière dans cette piéce de cuivre.

Nous terminerons ce chapitre, en faisant remarquer qu'il est très-important de ne donner au diamètre de l'ouverture de la lumière, que la grandeur nécessaire à la communication de l'inflammation; car lorsque, par l'usage, cette ouverture est agrandie, elle laisse échapper une grande partie du fluide qui entre en expansion en vertu de l'explosion de la poudre; ce qui diminue considérablement la force du coup, et rend la piéce d'un médiocre service.

# CHAPITRE V.

## *Des Visites et Épreuves.*

Les lumières étant percées, on fait d'abord une visite provisoire des piéces. Cette visite a pour objet de vérifier si elles ont les dimensions exactes fixées par les ordonnances, et à rechercher s'il n'y a pas quelques défauts d'exécution provenant soit de la coulée, soit des opérations d'art. Toutes celles qui ont des défauts condamnés par les réglements, doivent être rebutées et laissées au compte du fournisseur, et on conduit à l'épreuve de la poudre celles qui sont sans défaut, ou qui n'ont rien qui excède les tolérances accordées.

Les piéces étant conduites au champ d'épreuve, on les place sur des affûts faits en traîneaux et destinés à cet objet. On leur fait subir deux décharges, pour chacune desquelles le poids de la poudre est la moitié de celui du boulet. On met un valet sur la poudre, puis deux boulets, enfin un second valet, le tout fortement refoulé, et on tire.

Les deux salves faites, si les piéces ont résisté, on les visite de nouveau, et on sonde l'ame avec des instruments propres à faire reconnoître la grandeur et la profondeur des chambres; on reconnoît si les chambres qui pouvoient s'y trouver ont reçu de l'accroissement, et si les deux décharges en ont fait naître de nouvelles. On rebute les

piéces défectueuses ; celles qui ne présentent aucun défaut qui ne puisse être toléré, sont enfin soumises à l'épreuve à l'eau.

Pour cela, on bouche d'abord la lumière, et on élève assez la volée de la piéce, pour pouvoir la remplir d'eau ; on y laisse séjourner l'eau pendant quelque temps, pour lui donner la facilité de dissoudre les matières qui pourroient en être susceptibles ; puis on ferme la bouche du canon avec un écouvillon qui entre juste, et on refoule fortement cet écouvillon. Si la piéce a quelques petites ouvertures, l'eau, fortement comprimée, s'y insinue, et les dévoile en sortant au-dehors. S'il ne se manifeste aucun de ces défauts, la piéce est reçue.

C'est alors seulement qu'il faut scier la tige quarrée qui, dans la coulée, a été ménagée à l'extrémité du bouton, parce que cette tige pouvoit servir à remettre la piéce sur le tour, soit pour y faire les petites réparations que les visites auroient fait juger nécessaires, soit pour couper la piéce en tronçons en cas de rebut, afin de pouvoir la reporter au fourneau de reverbère. Il faut avoir soin, en enlevant cette tige quarrée, de ne pas casser le bouton.

Les épreuves faites, on pèse chaque-piéce en particulier, et on grave son poids à l'extrémité d'un des tourillons.



# DESCRIPTION
## DES PLANCHES,
*Suivant l'ordre des Matières contenues dans le discours.*

## PLANCHES I, II, III.
*HAUTS FOURNEAUX (1).*

### PLANCHE PREMIÈRE.
*Haut Fourneau ordinaire.*

FIGURES 1, 2, 3 ET 4.

*Plans et Coupes du Fourneau.*

*A.* Maçonnerie du Fourneau immédiatement au-dessus des fondations, et en partie au-dessous du niveau du terrain (2).

*B.* Maçonnerie supérieure du fourneau.

(1) Voyez le deuxième article du deuxième chapitre de la première partie. Lorsque dans cette description on ne verra pas de renvoi au discours, à côté du titre général des planches, il faudra avoir recours au renvoi cité précédemment pour connoître l'endroit du mémoire qui a rapport à l'explication de ces planches.

(2) Toutes les fois que dans une figure il y aura des objets qui ont les mêmes

*C.* Armatures de fer pour empêcher l'écartement de la maçonnerie.

*D.* Dalles de pierre, dont celle qui est dessus doit être très-refractaire; sa surface supérieure forme la sole *a* du fourneau.

*E.* Grands soupiraux pour procurer des issues aux évaporations.

*F.* Petits soupiraux pour le même objet. Les quatre inférieurs communiquent aux grands *E*, et les autres à l'enveloppe de sable *K*.

*G.* Creuset; sa figure est à peu-près celle d'une pyramide tronquée dont la base est un carré; mais la figure de la partie supérieure *xyyx* est celle d'un cône tronqué, qui cependant se termine carrément à sa plus petite base.

*H.* Chemise du fourneau.

*I.* Chemise du creuset; cette partie, la plus exposée au feu, doit être construite avec une pierre très-refractaire; elle ne fait pas corps avec le reste de la maçonnerie pour pouvoir être rebâtie facilement.

*K.* Enveloppe de sable pour faciliter l'évaporation de l'humidité.

*L.* Gueulard par où on charge le fourneau.

*M.* Petite terrasse au niveau du Gueulard.

*N.* La dame; on appuye sur elle des ringards lorsqu'on veut agir dans le creuset.

*O.* La coulée; c'est une ouverture qu'on débouche quand on veut faire couler le métal.

*P.* Petit espace où l'on adapte la tuyère.

*Q.* Soufflet.

---

lettres, comme formant par leur réunion le même objet, nous ferons usage d'une seule lettre pour les indiquer. Il en sera de même pour les autres parties qui sont entièrement semblables, et la description d'une seule d'entre elles sera commune à toutes.

*R, S, T, V.* Par la comparaison de ces lettres, on conçoit facilement les différentes projections indiquées dans ces figures.

$xyy'z$. Evasement du creuset du fourneau.

*a*, la sole.

Fig. 5.

Cette figure fait voir comment on donne intérieurement au fourneau la courbe convenable, au moyen d'un profil P *q N M*. Ce profil est une espèce d'échelle qui a un mouvement de rotation autour de l'axe P*q*, dont l'extrémité inférieure, garnie d'un pivot, appuye sur la pierre *O*, et l'extrémité supérieure, garnie d'un tourillon, entre dans la traverse *R S*.

Fig. 6.

On voit dans cette coupe une trompe à la place du soufflet ordinaire *Q*.

*a*. Auge qui amène l'eau à la trompe.

*b*. Corps de la trompe.

*c*. Étranguillon, ou retrécissement du corps de la trompe, pour que l'eau s'éparpille en tombant.

*d*. Tuyaux ou soupiraux par où l'air s'introduit dans le corps de la trompe, et est entraîné par l'eau.

*e*. Plaque de fer sur laquelle l'eau s'éparpille encore plus par sa chute, et abandonne l'air qu'elle avoit entraîné, lequel gagne le dessus de la cuve *gg*.

*f*. Porte-vent ou tuyau par où l'air entre dans le creuset (1).

*gg*. Cuve. Elle a trois ouvertures, la première pour recevoir le corps de la trompe *b*; la seconde pour recevoir l'extrémité du porte-vent *f*, et la troisième K, pour donner issue à l'eau qui vient de la trompe.

*h*. Vanne placée dans une petite enceinte extérieure à la cuve,

(1) Ce porte-vent ne doit pas être coupé à l'endroit de la soupape. Cette erreur a été corrigée dans la plus grande partie des feuilles de cette planche.

afin de régler l'eau *l* qui découle de celle-ci par l'ouverture *i*. Cette quantité n'est pas indifférente, attendu qu'il faut empêcher que l'air qui est dans la cuve puisse s'échapper par d'autres endroits que par le porte-vent ; c'est ce qu'on obtient en réglant tellement l'ouverture *i* que le niveau de l'eau soit au-dessus de l'ouverture *K*.

*K'*. Bascule avec laquelle, au moyen d'une tringle et de la chaîne *l*, on monte ou on baisse la bonde *m*, selon que l'on veut produire ou empêcher la chute d'eau par la trompe.

*n*. Soupape adaptée au porte-vent qui sert à régler la quantité d'air qu'on veut faire entrer dans le creuset.

FIG. 7.

Perspective, sur une grande échelle, du chassis adapté dans la cuve, sur lequel se trouve la plaque de fer *E*, qui sert à faire éparpiller l'eau qui tombe par l'auge.

## PLANCHE II.

### *Hauts fourneaux de Ruelle.*

FIG. 1 et 2.

*Plan et Coupe de ces fourneaux.*

*A*. Courant d'eau, qui fait mouvoir les deux roues à aubes *C*, dont chacune est destinée à deux soufflets.

*B*. Empallement pour faire passer la quantité d'eau convenable. Il est composé de trois poutrelles verticales, et de deux vannes logées dans des coulises pratiquées dans ces poutrelles.

*C C*. Roue à aubes. Son arbre *D D* se prolonge au-dessous de l'autre *d d*, et est fixé à la lanterne *a*, qui engrène la roue dentée *b b*. A l'arbre *d d* de cette roue sont adaptées huit cames, qui servent à faire mouvoir alternativement les deux

soufflets *G*, *H*. En conséquence, elles sont disposées de manière que leur élévation parallélement à la roue représenteroit les huit rayons d'un octogone. Elles agissent sur chaque soufflet, en poussant du haut en bas le petit mentonnet *g*; et dans ce cas, le soufflet se vide d'air. Il se remplit de ce fluide par l'effet du contre-poids *I* qui l'oblige de remonter, aussitôt que le mentonnet *g* est dégagé de la came qui le poussoit.

*E*, *F*. Croix de l'arbre *dd*. Chacune d'elles est formée par quatre cames.

*G*. Soufflet qui se remplit d'air.

*H*. Soufflet qui se vide d'air.

*I*. Contre-poids de la bascule, qui sert à faire remonter chaque soufflet.

*K*. Creuset du fourneau. Sa figure est celle d'un parallélipipède, excepté d'un côté qui est arrondi.

*L*. Chemise du creuset.

*M*. Chemise du fourneau.

*N*. Parois de cette chemise.

*O*. Massifs de maçonnerie ordinairement construits en moëlons.

*P*. Mur extérieur. Il est pour l'ordinaire en pierre de taille.

*Q*. Évasement du creuset. Sa figure est à peu-près conique.

*R*. Capacité supérieure du dedans du fourneau. Sa figure est celle d'un cône.

*S*. Gueulard par où l'on charge le fourneau.

*T*. Grand soupirail au-dessous du creuset *K*, auquel aboutissent les autres *t*, *u*, afin de faire échapper les évaporations.

*X*. Sole du fourneau.

*Y*. La dame.

*Z*. La coulée.

*a*. Lanterne.

*b*. Roue dentée.

*d*. Son arbre.

*e*. Espace, où l'on adapte les tuyaux des soufflets, couverts, à leurs extrémités, par des tuyères qui les garantissent du feu.

*f, f*. Barres de fer pour consolider la maçonerie (1).

## PLANCHE III.

### *Haut Fourneau de Treibach en Carinthie.*

FIG. 1, 2, 3 et 4.

*Plan, Coupe et Élévation de ce Fourneau.*

*A*. Maçonnerie inférieure au-dessus des fondations.

*B*. Maçonnerie extérieure du fourneau.

*C*. Maçonnerie de la cheminée.

*D*. Chemise du fourneau.

*E*. Tuyau d'évaporation.

*F*. Dalle de pierre qui couvre ce tuyau.

*G*. Autre dalle de pierre très-réfractaire. Sa surface supérieure forme la sole du fourneau.

*H*. Creuset. Sa figure est carrée dans le bas; mais elle s'arrondit insensiblement en approchant du plus grand évasement *a a* du fourneau, dont la figure est à-peu-près celle de deux cônes tronqués et réunis par leurs bases les plus grandes.

*I*. Gueulard par où l'on charge le fourneau.

*K*. Cheminée du fourneau; sa figure est conique, excepté à la partie supérieure, où elle est cylindrique.

*L*. Porte pour parvenir au gueulard.

*M*. Ouverture au-dessus de la sole pour ôter les scories du métal en bain.

*N*. Coulée ou ouverture au niveau de la sole, par où sort le métal.

---

(1) Ces barres ne doivent pas passer dans l'intérieur du creuset. On a rectifié cette erreur dans le plus grand nombre des feuilles de cette planche.

*O*. Bassin où on le reçoit si on veut l'affiner.

*P*. Plaque de fer sur laquelle on appuye un ringard quand on veut agir sur le métal qui est dans le bassin.

*Q*. Arbres des roues qui font mouvoir les soufflets.

*R*. Soufflets coupés horizontalement et verticalement, afin de voir leur construction intérieure et la place de leurs soupapes.

*S*. Soufflets dont on voit les parties extérieures.

*T*. Embrasures où l'on place les buses des soufflets.

*V*. Armatures de fer pour empêcher l'écartement de la maçonnerie.

*a a*. Grand évasement du fourneau intérieurement.

*b*. Petites barres de fer adaptées aux soufflets, faisant mentonnets, sur lesquels agissent les chevilles des roues des arbres *Q*.

*c*. Petites ouvertures, ordinairement fermées par des tampons de bois, qui servent à arroser l'intérieur des soufflets, pour qu'ils ne s'enflamment pas.

FIG. 1 et 2, *planche* 37.

*Machine pour connoître comparativement la force de la fonte de fer.*

*A*. Barres de fer scellées dans la maçonnerie.

*B*. Lingot de fonte dont on veut connoître la force. Il appuie sur le couteau *a*, autour duquel il tourneroit sans l'autre couteau *b*, qui le retient.

*C*. Levier de fer forgé. On l'adapte au lingot *B*, au moyen de la frete *c*, et on introduit entre deux une calle de fer *e*.

*D*. Plateau d'une balance dans lequel on augmente successivement le nombre des poids *d*.

*a*, *b*. Couteaux.

*c*. Frete de fer.

*d*. Poids.

*e*. Calle de fer.

# PLANCHES IV, V, VI ET VII.

## *Moulage en terre, selon la méthode ordinaire* (1).

### PLANCHE IV.

*Procédés pour adapter aux trousseaux les nattes et les couches de terre, et pour la former à l'échantillon.*

Fig. 1.

Trousseau séparé de ses chevalets.

*AA*. Corps du trousseau ; sa figure est celle d'une pyramide ; dont la base est un octogone.

*c*. Les tourillons ; on les adapte dans les entailles *b* pratiquées sur les traverses *B* de la fig. 3.

*d*. Carré d'un des tourillons pour recevoir le moulinet *D*, fig. 2.

Fig. 2.

Élévation de ce moulinet. Les ouvriers saisissent successivement les quatre chevilles lorsqu'ils veulent faire tourner le trousseau.

Fig. 3.

Trousseau posé sur ses chevalets, et garni de son moulinet.

*B*. Traverses supérieures des chevalets.

*b*. Entailles, dans lesquelles on adapte les tourillons des trousseaux.

CC. Pieds des chevalets. Il doit y en avoir d'autres pareils à

(1) Voyez l'art. premier, chap. premier, deuxième partie.

ceux-ci sous les traverses *BB*, et dans la direction de ces dernières pour qu'ils ne gênent point le service.

F I G. 4.

Trousseau non entiérement couvert de nattes.

F I G. 5.

Ce trousseau entièrement couvert par un ou plusieurs tours de nattes. Le nombre de ces tours dépend du diamètre que doit avoir le modèle.

F I G. 6.

C'est le trousseau de la figure précédente, auquel on adapte la première couche de terre.

F I G. 7.

On suppose dans cette figure que cette première couche est entièrement mise.

F I G. 8.

Cette figure représente un trousseau auquel on a apposé successivement toutes les couches de terre nécessaires.

F I G. 9.

Ce même trousseau qui, par son mouvement de rotation, a reçu de l'échantillon *DD* la forme extérieure que doit avoir le canon, à l'exception de ce qui a rapport à la culasse, aux tourillons et aux anses.

Après cette opération, on donne à ce trousseau le nom de *noyau*.

## PLANCHE V.

*Procédés pour la formation des modèles des tourillons, des anses et des ornemens, et pour les poser sur les noyaux.*

### Fig. 1.

Plan du modèle d'un tourillon, tel qu'il paroîtroit si on le regardoit du dessus d'une piéce, et s'il étoit séparé d'elle. Ce modèle est garni de ses deux clous ou chevilles qui servent pour le fixer sur le noyau.

### Fig. 2.

Plan de ce même modèle, du côté opposé au précédent; ou du dessous de la piéce.

### Fig. 3.

Coupe du noyau un peu en avant des tourillons.

*A*. Coupe du trousseau.

*c*. Deux tours de nattes.

*d*. Epaisseur des couches de terre.

*a a b b*. Tourillons qui sont à leur place.

Les lettres *a* et *b*, dans les figures 1, 2 et 3, font concevoir facilement la forme des tourillons.

### Fig. 4 et 5.

Perspective des deux moitiés du moule pour faire une anse. On les ajuste exactement l'une contre l'autre, au moyen des tenons ou parties saillantes *a*, *c*, qui entrent dans les mortaises ou creux *b*, *d*.

*b*, *d*. Le petit entonnoir formé par les deux creux *e*, *f*, sert de jet. Le second, formé par les autres, *g*, *h*, sert d'évent.

FIG. 6, 7 et 8.

Perspectives de moules d'ornements qu'on pourroit placer sur une piéce ; le premier au premier renfort, le second au commencement de la volée, et le troisième à la volée (1).

Toutes ces opérations étant faites, le noyau prend le nom de *modèle*.

## PLANCHE VI.

### *Procédés pour la construction des moules.*

FIG. 1.

Modèle qui a reçu un nombre suffisant de couches de terre pour qu'on commence la construction de la cage ou chassis de fer qui est dans l'intérieur du moule.

FIG. 2.

Pose des cercles, ou bandes traversales qu'on arrête par leurs extrémités.

FIG. 3.

Pose des bandes longitudinales ou en ligne droite, qu'on fixe sur les bandes précédentes.

FIG. 4.

Pose des dernières bandes ; elles sont circulaires et fixées sur les bandes longitudinales.

---

(1) Aujourd'hui on supprime tous ces ornements inutiles et dispendieux. La bonté d'une piéce, et non la beauté, est le seul but qu'on doit avoir, et vers lequel il faut diriger toute l'attention.

P

Toutes ces bandes, tant circulaires qu'en ligne droite, sont en fer. On se sert de fil-de-fer tant pour arrêter les extrémités des premières, que pour fixer les unes sur les autres.

La vignette représente la perspective d'un atelier où les ouvriers, *A* et *B* font ces opérations. L'ouvrier *A* arrête les bandes longitudinales sur les premières bandes circulaires ; et l'ouvrier *B* fixe les secondes bandes circulaires sur celles en ligne droite.

## PLANCHE VII.

### *Objets relatifs à ce genre de moulage et à la fonte des pièces* (1).

La vignette fait voir l'intérieur d'un atelier destiné à sécher les couches de terre tant du modèle que du moule.

FIG. 1.

Perspective d'un moule ( à l'exception de celui de la culasse ) entièrement vidé des parties qui formoient le modèle.

FIG. 2.

Perspective du moule de la culasse dégagé de son modèle. On l'adapte avec attention au précédent, on les fixe ensemble par le moyen de fil-de-fer, et on les lute.

Le modèle de la culasse, ainsi que son moule, doivent être faits de la même manière que celle que nous venons d'indiquer.

FIG. 3.

Coupe d'un moule complet, suivant la direction de son axe et perpendiculairement aux tourillons.

(1) On donnera l'explication de la figure 7 à la suite de la description du fourneau à réverbère de Douai.

*K*. Epaisseur de la terre du moule, non compris celui de la culasse.

*L*. Epaisseur de la terre du moule de la culasse.

*M*. Creux de la piéce.

*N*. Creux de la masselotte.

*A*. Creux d'un tourillon.

*O*. Creux d'une anse, caché par le bord du creux de la piéce.

FIG. 4.

Perspective d'une barre de fer servant à former le noyau de l'ame de la piéce, si on vouloit la couler creuse.

*F*. Partie de la barre couverte de fil-de-fer, afin de retenir la terre qu'on adapte par-dessus.

*G*. Partie achevée de ce noyau. Pour lui donner exactement la figure cylindrique, on fait usage d'un échantillon ou règle bien droite, et on suit la même méthode que celle que nous avons indiquée pour terminer le modèle de la piéce.

FIG. 5.

Plan d'une lunette à trois branches qui sert à soutenir le noyau de l'ame. Pour cela, l'extrémité inférieure de ce noyau a une saillie d'un diamètre plus petit qui entre dans la lunette, et l'embase qui en résulte appuie sur les bords de celle-ci. On place cette lunette à l'endroit convenable, en construisant le moule de la piéce, et elle reste engagée dans la matière du premier renfort près de la culasse (1).

FIG. 6.

Masse de cuivre pur ou *grain* qu'on adapte aux canons de bronze, dans lesquels on perce la lumière.

(1) Les inconvénients attachés à cette méthode de couler les piéces l'ont fait abandonner presque par-tout.

*A*. Perspective du grain.
*B*. Son élévation (1).

## PLANCHES VIII ET IX.

### *MOULAGE EN TERRE, SELON LA NOUVELLE MÉTHODE PRATIQUÉE A L'ARSENAL DE PARIS.*

### PLANCHE VIII.

FIG. 1.

Élévation de la partie supérieure du modèle, sur laquelle on a adapté la première couche *B*, qui est en terre, et dans laquelle on a pratiqué des trous. Le modèle appuie, par ses extrémités, sur les poteaux *F*, et, dans la partie intermédiaire, sur la terre, laquelle cache cette même partie dans cette élévation.

Afin que cette première couche et les autres suivantes terminent exactement dans un plan qui passeroit par l'axe du modèle, on met sur la terre, de chaque côté du modèle, une règle de bois, dont les surfaces supérieures sont précisément dans ce plan.

FIG. 2.

Cette figure ne diffère de la précédente qu'en ce qu'elle fait voir l'élévation de la seconde couche *C* adaptée sur la première. Cette seconde couche est en plâtre.

FIG. 3.

Cette figure indique qu'on a adapté d'abord la cage de fer *E* sur la seconde couche, et ensuite une troisième couche *D* sur cette même cage. Cette troisième couche est aussi en plâtre, et elle est la dernière.

(1) Nous reviendrons sur cet objet en parlant de la machine qui y a rapport.

F I G. 4.

Plan du modèle et de la moitié de son moule fini, en supposant avoir décrit l'un et l'autre une demi-révolution. Avant cette opération on dégage le modèle de la terre qui est dessous et latéralement, et on ôte les règles qui étoient sur ses côtés.

*A*. Le modèle.

*B*. La première couche.

*C*. La seconde.

*D*. La troisième.

*E'*. La cage de fer. Elle est indiquée en lignes ponctuées.

*F*. Les poteaux, sur lesquels on adapte les tonrillons *c*.

Sur cette première moitié de moule renversée, on construit la deuxième moitié supérieure, et lorsque celle-ci est terminée, on retourne les deux avec le modèle; on enlève la première moitié, on construit une troisième moitié sur la seconde; on les retourne, et ainsi de suite. Par ce moyen, il y a toujours une moitié de moule dessous le modèle, et c'est cette même moitié qu'on enlève lorsque l'autre supérieure est faite et a pris sa place. On agit de cette manière afin de ne pas laisser long-temps la moitié inférieure du moule appuyée sur les poteaux, ce qui pourroit la faire gauchir, et on conçoit que les règles de bois, dont nous avons parlé au sujet de la figure première, ne peuvent servir qu'à la construction de la première moitié du moule.

## PLANCHE IX.

F I G. 1.

Plan de la cage de fer servant à la construction d'une moitié de moule. On y voit ses bandes longitudinales *a*, et transversales *b*. Celles-ci terminent avec des parties droites, percées de trous,

dans lesquelles on introduit des boulons à clavettes, pour fixer ensemble les deux moitiés du moule.

FIG. 2.

Coupe du modèle représenté dans la fig. 4 de la pl. précédente, faite à côté de la platebande du collet. On voit dans cette coupe celle de la première moitié inférieure *BCD* du moule, et celle de la première couche *B* de la seconde moitié supérieure. Les deux autres couches *C*, *D*, ainsi que la cage, sont indiquées en lignes ponctuées.

FIG. 3.

Coupe semblable à la précédente, à l'exception qu'elle est faite à côté de la platebande de culasse, et qu'elle représente la seconde couche *C* adaptée sur la première dans la partie supérieure du moule.

FIG. 4.

Coupe du moule entièrement fini : cette coupe supposée passer en-même-temps par les tourillons et par les extrémités des anses ; les lettres *B*, *C*, *D*, de même que dans les deux figures précédentes, indiquent la première, la seconde, et la troisième couche.

FIG. 5.

Plan des deux moitiés du moule servant à faire les anses dans les piéces en bronze, et qu'on adapte sur le modèle.

A l'égard des tourillons, ils font toujours partie du modèle dans ce genre de moulage.

FIG. 6.

Partie de la coupe longitudinale du moule à l'endroit des anses. Les mêmes lettres *B*, *C*, *D*, dont on s'est servi jusqu'à-présent in-

diquent la première, la deuxième, et la troisième couche du moule, et *b* représente une bride circulaire de la cage cachée par ces mêmes couches.

# PLANCHES X, XI, XII, et XIII.

## *MOULAGE EN SABLE* (1).

### PLANCHE X.

*Construction des caisses.*

FIG. 1.

*A B C D*, est un plateau de bois sur lequel on a posé le demi-cône en bois *a b c d*, dont les diamètres doivent être exactement égaux à ceux extérieurs de la caisse que l'on veut avoir. Les rainures *e a d f*, *b g h c* doivent être prises dans la longueur de la caisse, en sorte que *e g*, et *f h* soient égales à cette même longueur.

FIG. 2.

Cette figure représente les mêmes objets indiqués dans la figure précédente, mais on y voit de plus : 1.° les planchettes *i*, *k*, qu'on a introduites dans les rainures, lesquelles doivent servir à faire les brides transversales ; 2.° les planchettes *l*, *m*, adaptées entre les premières, lesquelles doivent former les brides longitudinales. 3.° La place que doivent occuper ensuite intérieurement dans le moule les autres planchettes servant à former l'épaisseur de la caisse : elles sont marquées en lignes ponctuées, et on suppose que cette caisse soit celle des tourillons.

(1) Voyez article II, chapitre I.er, deuxième partie.

FIG. 3.

Elévation latérale de la figure 2 et du modèle *H*, destiné à former la partie extérieure de la boîte qui doit recevoir un tourillon. Ce modèle est aussi en bois, d'un seul morceau, et s'adapte, avec une cheville, sur le demi-cône *a b c d* fig. 1.

FIG. 4.

Coupe longitudinale par le milieu de la figure 2, en supposant, 1.° qu'on ait adapté le modèle de la boîte du tourillon sur celui de la caisse; 2.° qu'on ait adapté un chassis autour d'eux, et foulé du sable; 3.° qu'on en ait retiré ces modèles; 4.° et qu'on ait adapté les planchettes 1, 2, &c. pour former l'épaisseur du pourtour de la caisse, et les autres, *o*, *r*, &c. pour former l'épaisseur de la boîte du tourillon en supposant ce moule renversé. *t* est le jet, et *x* sont les évents coupés dans le sens de leur longueur.

FIG. 5.

Elévation de la moitié d'une caisse, telle qu'elle sort de la fonte, ayant encore son jet et ses évents.

FIG. 6.

*I*, *K*. Elévations des planchettes circulaires qui servent à former les brides circulaires de la caisse; ce sont les mêmes qui sont représentées dans les figures 2, 3 et 4.

*P*. Elévation du modèle de la boîte du tourillon, qui, par son échancrure, appuye sur la planchette *K*.

FIG. 7.

Cette figure représente les quatre planchettes qui doivent former les côtés

les côtés de cette même boîte. Les deux , *o*, *p* , s'adaptent transversalement à l'axe du modèle de la caisse ; et les deux , *q*, *r*, s'adaptent parallelement à cet axe.

F I G. 8.

Cette figure indique toutes les planchettes qui doivent former l'épaisseur du corps de la caisse. Il y en a de plus petites pour les endroits où doivent se trouver les boîtes des tourillons.

F I G. 9.

Plan d'une caisse entière garnie de ses boulons à clavettes, qui serrent ses deux parties l'une contre l'autre. Cette caisse est la réunion de deux parties égales à celle indiquée par la fig. 5 , en les supposant achevées.

F I G. 10.

Élévation de la caisse représentée dans la figure précédente, dans laquelle on voit les autres boulons *z*, qui servent pour l'ajuster avec une autre caisse contiguë.

F I G. 11.

Plateau et demi-cône de bois garni de ses planchettes extérieures, tant circulaires que droites, pour la construction d'une caisse, qui ne doit pas recevoir de tourillons.

F I G. 12.

Planchettes circulaires relatives à la figure précédente.

# PLANCHE XI.

## *Plans et élévations des parties qui composent un modèle et son étui.*

### Fig. 1.

*A*. Élévation du modèle du bouton de la culasse réuni à la tige carrée 1, garnie de ses oreilles 2.

*a*. Plan de ce modèle, supposé coupé par le milieu du bouton.

Le plan de la tige et de ses oreilles pris par dessous est représenté par la fig. 1 bis de la pl. suivante. 1 est la tige et 2 les oreilles.

### Fig. 2.

*B*. Elévation du modèle de la culasse.

Ce modèle s'adapte sur celui du bouton, au moyen d'une gorge pratiquée dans celui-ci, laquelle entre dans une feuillure menagée dans le modèle de la culasse. La même chose a lieu pour toutes les autres parties du modèle ; chacune d'elles à une feuillure dans sa partie inférieure, et une gorge dans celle supérieure.

*b*. Plan de ce modèle pris par dessus.

### Fig. 3.

*C*. Élévation du modèle du premier renfort.

La saillie 3 est la première platebande. On la nomme plate-bande de culasse.

*c*. Plan de ce modèle pris par dessus.

On adapte à ce modèle celui de l'astragale de lumière, qui est représenté par la fig. 3 bis de la pl. suivante ; *D* est son élévation, et *d* son plan. Les vis 2 servent pour le fixer sur le modèle du premier renfort et pour le laisser dans le moule ; et lorsqu'on veut l'en retirer on doit commencer par la partie *t*.

F I G. 4.

*E.* Élévation du modèle du second renfort et de ceux des tourillons.

La saillie 4 est la seconde plate-bande, ou plate-bande du premier renfort (1).

*e.* Plan de ce modèle et de ceux des tourillons.

F I G. 5.

*F.* Elévation du modèle de la volée.

La saillie 5 est la troisième plate-bande, ou plate-bande du second renfort (2).

*f.* Plan de ce modèle, pris par-dessus.

A l'extrémité supérieure de ce modèle, il y a une entaille qui sert pour y adapter le modèle de la quatrième plate-bande, ou plate-bande de volée, qu'on ajoute séparément, et qu'on place entre le modèle de la volée et celui de la tulipe. Le modèle de cette plate-bande est représenté par la figure 5 bis de la planche suivante. *G* est son élévation, et *g* son plan.

---

(1) Cette plate-bande n'a lieu que pour les canons, dont le premier renfort est de telle longueur, qu'on est obligé de faire son modèle en deux parties pour la facilité du moulage. Dès-lors, au lieu d'une caisse il en faut deux, et cette plate-bande (pour les canons en fer qui ne sont point tournés) est utile pour qu'on n'apperçoive point quelques irrégularités du moulage aux joints des caisses. On verra dans les tables des dimensions quels sont les canons auxquels on ajoute cette plate-bande.

(2) Cette plate-bande n'est pas nécessaire ; comme le second renfort termine avec une arrête très-marquante, les petits défauts du moulage qui pourroient avoir lieu n'y sont pas sensibles.

F I G. 6.

*H.* Elévation d'une partie du modèle de la tulipe jusqu'au plus grand renflement de son bourlet.

*h.* Plan de cette partie, pris par-dessus.

F I G. 6 bis.

*I.* Elévation de l'autre partie du modèle de la tulipe jusqu'à la tranche de la bouche.

*i.* Son plan pris par-dessus.

F I G. 7.

*K.* Elévation du modèle de la masselotte.

*k.* son plan pris par-dessus.

En réunissant toutes les parties représentées par les lettres *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H*, *I*, *K*, tant dans cette planche que dans la suivante, on a le modèle entier d'une pièce de 24.

F I G. (1).

*M.* Elévation de la caisse de la moitié inférieure du bouton et de la tige quarrée, garnie de ses oreilles.

*m.* Plan de cette caisse, pris par-dessus.

Pour fermer cette caisse à sa partie inférieure, on y adapte la plaque *L*, au moyen de boulons à clavettes qui serrent les bords de cette plaque contre la bride inférieure de la caisse.

F I G. (2).

*N.* Elévation de la caisse de la moitié supérieure du bouton et de la culasse.

*n.* Plan de cette caisse, pris par-dessus.

Cette caisse, ainsi que la précédente, est d'un seul morceau.

Elles s'ajustent ensemble au moyen de boulons rivés dans la bride supérieure de la caisse *M*, qui entrent dans des trous ménagés dans la bride inférieure de la caisse *N*, et dans lesquels on introduit ensuite des clavettes. Il en est de même de toutes les autres caisses suivantes.

FIG. (3).

*O*. Elévation de la caisse du premier renfort.

*o*. Plan de cette caisse, pris par-dessus.

On voit, dans l'élévation, comment ces deux moitiés se joignent ensemble, au moyen de boulons à clavettes adaptées aux brides, en ligne droite *v*. Il en est de même des autres caisses; et les boulons sont rivés sur les brides d'une moitié de chaque caisse.

FIG. (4).

*P*. Élévation de la caisse dn second renfort.

*p*. Plan de cette caisse pris par dessus.

Cette caisse est celle qui doit recevoir les tourillons de la piéce; aussi voit-on les boîtes dans lesquelles ils se logent, et dont la forme est la même que celle indiquée par les fig. 3 et 5 de la planche précédente.

FIG. (5).

*Q*. Élévation de la caisse de la volée.

*q*. Plan de cette caisse pris par dessus.

FIG. (6).

*R*. Élévation de la caisse de la tulipe jusqu'au plus grand renflement de son bourlet.

*r*. Plan de cette caisse pris par dessus.

F I G. (7).

*S*. Elévation de la caisse de l'autre partie de la tulipe et de la masselotte.

*s*. Plan de cette caisse pris par dessus.

En réunissant les caisses représentées dans cette planche par les lettres *M*, *N*, *O*, *P*, *Q*, *R* et *S*, et en ajoutant la plaque *L* à la première, on aura tout l'étui d'une piéce du calibre de 24, de même qu'on a formé lemodèle entier par la réunion des tronçons et autres parties indiquées par les lettres *A*, *B*, *C*, *D* &c.

## PLANCHE XII.

*Objets relatifs à la planche précédente.*

F I G. 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7.

Ces figures représentent séparément les coupes des caisses et celles des modèles indiqués en élévation et en plan dans la planche précédente, et dans les figures bis de celle-ci, et on suppose qu'on ait foulé du sable dans les intervalles entre les caisses et leurs modèles.

F I G. 8.

Plan de la partie supérieure de la caisse et du modèle de la masselotte, relatif à la coupe représentée par la fig. 7.

F I G. 9.

Cette figure indique la coupe générale d'un étui et de son modèle, elle est la réunion des fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7; mais on suppose qu'elles soient coupées dans un sens perpendiculaire à celui de ces

mêmes figures; c'est-à-dire, que la section relative à celles-ci est parallèlle à l'axe des tourillons, au lieu que la section relative à la fig. 9 est perpendiculaire à ce même axe.

F i g. 10.

Elévation de l'étui représenté en coupe dans la fig. précédente, et faite pararèllement à l'axe des tourillons.

F i g. 11.

Elévation latérale de la caisse du second renfort ; la boîte d'un des tourillons est ouverte, ce qui fait voir que cette caisse contient son modèle.

F i g. 12.

Coupe de cette même caisse prise parallèlement à l'axe des tourillons.

F i g. 13.

Cette figure représente un tire-fond, ou vis, dont la tête est en forme d'anneau. Nous expliquerons ci-après l'usage qu'on en fait.

F i g. 14 et 15.

Plan et coupe d'un canon entièrement fini (1).

En examinant avec attention toutes les figures représentées, tant dans cette planche que dans la précédente, il sera facile de coucevoir les développemeuts et les détails que nous allons ajouter, et que nous regardons comme très-essentiels pour réussir facilement dans la pratique de ce nouvel art.

La tige carrée 1 est une partie entièrement séparée du modèle du bouton A et de celui de la culasse B. Elle entre dans une mortaise pratiquée au milieu d'une barre placée à la partie supérieure du

(1) Nous reviendrons sur ces deux figures, lorsque nous aurons expliqué les planches qui représentent les autres opérations qui suivent celle du moulage.

modèle du bouton, et elle a latéralement deux entailles à queue d'aronde, dans lesquelles on adapte les oreilles 2.

Le modèle du bouton est d'une seule piéce ; il appuye sur l'embase pratiquée à la tige, et s'adapte avec le modèle de la culasse, au moyen d'une gorge et d'une feuillure. Son centre se trouve dans l'alignement des brides circulaires des deux premières caisses, *M*, *N*, et on marque un trait bien visible sur la surface extérieure de ce modèle et dans ce même alignement.

Il résulte de ceci que la partie du modèle de la piéce, depuis la tige jusqu'à la plate-bande de la culasse, est composée de plusieurs parties qui rendent leur moulage plus difficile. Voici comment il faut s'y prendre :

On renverse sur un plateau le modèle de la culasse *B*, et on introduit sa gorge dans une feuillure qu'on y a pratiquée. On adapte sur ce plateau la caisse *N*; ses boulons entrent dans des trous qu'on y a pratiqués, et ils les dépassent pour recevoir des clavettes qui fixent, d'une manière inébranlable, la caisse sur le plateau.

On foule du sable jusqu'à la naissance du bouton (1), on adapte ce bouton ; on foule encore du sable jusqu'au trait qui est à sa moitié et on le saupoudre. On adapte sur le bouton la tige 1, et ses oreilles 2, et sur la seconde caisse *N*, la première *M*; on foule du sable jusqu'à l'affleurement de celle-ci, où on le comprime à coups de marteau, et on y adapte la plaque *L*.

On renverse le tout ; on foule de nouveau le sable jusqu'à l'arrasement de la partie supérieure de la deuxième caisse *N*; on le comprime au marteau, on le saupoudre, on adapte par-dessus

(1) Pour que le moulage soit bien fait, il faut, indépendamment du choix du sable, en mettre peu chaque fois, moins à mesure qu'on approche de la partie supérieure de la caisse, faire frapper plutôt vers elle que vers le modèle, et habituer les ouvriers à se suivre de manière qu'ils fassent avec leurs battes trois tours pour chaque couche de sable.

le

le modèle *C* du premier renfort et sa caisse *O*, et on continue les mêmes procédés pour les autres parties du moule (1).

Pour éviter que les ouvriers montent à mesure qu'on ajoute plusieurs caisses les unes sur les autres, on descend les premières dans une fosse, on les désassemble et on les met de côté, dès que leur hauteur, jointe à celle des autres caisses supérieures, devient incommode.

Pour enlever les caisses avec leurs modèles, on se sert de la grue, à laquelle on adapte une chaîne à deux branches, garnies de grapins, qui saisissent les anses de la caisse. Le frottement du sable contre les modèles empêche ceux-ci de tomber.

Pour retirer les modèles des caisses, où ils sont engagés, on les retourne; on introduit dans les trous des brides inférieures des caisses des boulons postiches, en bois, de deux pouces de haut, pour qu'en les posant à terre, le moulage ne se gâte point; on adapte la chaîne aux grapins des modèles; on les élève encore de deux pouces de terre; on frappe dans leur intérieur avec une batte; et on les contient à mesure qu'ils sortent.

Mais pour retirer les modèles de la culasse et du bouton, la tige, et ses oreilles, on s'y prend autrement. D'abord on sépare les deux caisses *M*, *N*; le bouton *A* appuye sur la tige 1; on adapte des boulons de bois à la caisse *N*; on introduit des tire-fonds dans la partie supérieure du modèle *B*, on lui communique un petit mouvement de rotation et on l'enlève; ensuite on retire le bouton *A*, on secoue par son extrémité la tige 1, on l'enlève et on retire à la main les oreilles 2.

Lorsque les modèles ont été ainsi retirés de leurs caisses, on examine l'intérieur des moules; s'il y a des défauts, on les répare

(1) On prend toutes ces précautions pour la confection de cette partie du moule, afin de le rendre d'une consistance capable de résister à la chute du métal, lors du coulage de la pièce; car, à l'égard des autres parties du moule, il n'est pas nécessaire d'en comprimer le sable au marteau.

avec du sable, qu'on retient au moyen d'épingles faites avec du fil de fer recourbé; s'il n'y en a pas, ou après les avoir réparés, on les fait sécher, et on passe, sur toutes leurs surfaces, deux couches de noir ou de potée (1) avec un torchon formé par du chanvre peigné en long et plié en deux. Pour les boëtes des tourillons, on se sert de pinceaux très-doux.

Enfin, après que ces couches ont été sechées, on examine les moules à mesure qu'on les assemble dans les fosses (2). On y introduit une lumière pour s'assurer s'ils sont tous d'aplomb, après quoi on lutte avec du plâtre tous les joints extérieurs des caisses.

## PLANCHE XIII.

### *Moulage des Anses.*

### FIG. 1.

Coupe de la caisse des tourillons et des anses, suivant la ligne 1, 2 de la figure 3.

---

(1) Le charbon le plus propre pour faire la potée, est celui de bois blanc, et préférablement de saule. Lorsqu'elle est ancienne, elle est meilleure: elle ne doit être, ni claire, ni épaisse: elle doit *filer* le long du torchon; et la manière de se servir de celui-ci, est de le mouvoir de bas en haut le long des moules.

(2) L'étuve de la fonderie d'Indret a quatorze pieds de largeur sur vingt-deux de longueur; ses murs sont en briques de vingt-sept pouces d'épaisseur; elle est voutée par des fermes et des plaques de fer, deux rangs de briques à plat, un troisième de briques creuses, et par un ciment; elle est extérieure à la fonderie, mais elle communique à celle-ci par une porte, dont les montants sont en fer, et qui est recouverte par une forte tole. La fenêtre a quinze pouces en carré et le volet est en fonte; la cheminée est au-dessus de la porte: elle est adossée au mur de la fonderie, et son tuyau a deux pieds de longueur sur huit pouces de largeur. Enfin, la grille est au milieu de l'étuve: elle est en forme de trémie et contient une demi-corde de bois, qui suffit pour sécher trois moules de canons de 36, pendant l'espace de douze à quinze heures.

F I G. 2.

Elévation extérieure de cette caisse parallèlement à cette ligne.

Par l'examen de ces deux figures, on conçoit facilement que cette caisse est composée de quatre parties, et que sa forme totale est celle de deux cônes qui se joignent par leurs grandes bases. Au moyen de cette combinaison, le moulage des tourillons et des anses se fait facilement, et on évite qu'il y ait des boîtes particulières pour eux. Nous observerons encore que les brides supérieure *a' d'* et inférieure *a d* peuvent être en-dedans de la caisse, et s'adapter contre les brides des caisses contigues, lorsque le diamètre de celle-ci est sensiblement moindre que celui des brides supérieure et inférieure de cette caisse. Enfin, on a supposé dans les figures représentées dans cette planche, que la jonction des plus grandes brides *b' c'*, *b c* partage également par moitié les tourillons et les anses, afin que leur moulage soit plus facile (1).

F I G. 3.

Cette figure indique le plan de la moitié inférieure de la caisse représentée dans les figures précédentes, dans laquelle est le modèle, dont la partie supérieure appartient à l'autre moitié supérieure de cette caisse. Cette même figure indique aussi une partie du moulage des tourillons et des anses.

Pour mouler la moitié des tourillons, on foule du sable jusqu'à l'affleurement de la bride *b c*; mais pour mouler la moitié des

(1) Ordinairement le milieu des anses est au centre de gravité de la pièce, afin qu'elle reste horizontalement lorsqu'on l'enlève de dessus son affut.; et l'axe des tourillons est plus près de la bouche, pour que le côté vers la culasse soit plus lourd que celui vers la bouche d'un vingtième du poids de la pièce. Mais on peut sans inconvénient approcher les anses vers les tourillons, afin de faciliter le moulage de leurs parties.

anses, on creuse tout au tour d'elles, autant que l'indiquent les espaces *h*, *i*, et en suivant constamment le milieu de la courbe des anses (1). On moule dans ces creux les morceaux *h*, *i*, lesquels peuvent facilement être enlevés latéralement par la dépouille qu'ils se trouvent avoir (2).

Ceci étant fait, on saupoudre la surface du sable au niveau de la bride *b c*; on met de nouveau sable autour des anses; on le foule; on en ôte un morceau au-dessus de la partie *f*, et à-peu-près semblable à cette même partie, excepté qu'il ne touche point à la caisse (3); on le moule de nouveau, et on moule les deux autres au-dessus de *h*. Par ce moyen, on a cinq morceaux qui enclavent la partie supérieure de anses, lesquels doivent faire partie de la moitié de la caisse supérieure *a' b' c' d'* (fig. 1) et qu'on peut ôter facilement, comme nous allons l'expliquer.

On adapte cette moitié de caisse au-dessus de la première *a b c d*; on foule du sable autour des cinq morceaux jusqu'à la bride supérieure *a' d'*; on le saupoudre; on adapte par dessus la caisse de la volée et son modèle, et on continue le moulage de cette partie et des autres supérieures à celle-ci.

Lorsque les caisses sont désunies l'une de l'autre, on met sur un plateau celle des anses; on défait les vis des tourillons et des anses;

(1) Dans un nombre, non-considérable, des feuilles de cette planche, cette figure, ainsi que la suivante ne sont pas bien exactes; car les parties *h*, *i* doivent être comme la partie *h*, à la droite de la figure 3, en la supposant terminée à l'endroit de l'ombre; et les parties *g*, *f*, dans cette figure, doivent affleurer les autres *h*, *i* et la bride *b c*.

(2) Lorsque les canons sont d'un petit calibre, les anses sont si rapprochées, qu'au lieu de deux morceaux *i*, il n'y en a qu'un seul qui aboutit aux deux anses.

(3) Toutes les fois que dans le moulage d'un objet il y a des parties qu'il faut rapporter, on doit les mouler successivement; souvent, à plusieurs reprises; et on doit saupoudrer chaque fois les surfaces qui sont en contact, afin qu'on puisse les retirer facilement et qu'elles aquièrent de la dureté, et la figure exacte qui leur convient.

on secoue le modèle et on l'enlève; on secoue les modèles des tourillons, et on les retire en dedans du moule ; et on sépare les deux moitiés de la caisse, en enlevant la seconde *a' b' c' d'* de dessus la première *a b c d*, sur laquelle elle laisse les cinq morceaux, dont nous venons de parler. Par ce moyen, les anses se trouvent engagées dans les neuf morceaux rapportés, dont quatre font partie de la moitié inférieure de la caisse, et cinq appartiennent à l'autre moitié supérieure qui a été enlevée ; c'est par ces derniers qu'on commence à dégager les anses.

Pour cela, on secoue ces anses; on retire la clef ou le morceau qui est au-dessus de *f*; ensuite les morceaux au-dessus de *i*; ceux au-dessus de *h*; et on les remet dans leurs trous respectifs, ce qui termine entièrement le moulage de la moitié *a' b' c' d'* de la caisse.

La moitié des anses se trouve encore engagée dans les quatre morceaux *h*, *i*. Pour les en retirer, on les secoue ; on retire ces morceaux ; ensuite les anses ; et on remet ces mêmes morceaux dans leurs creux respectifs. Ceci termine le moulage de la moitié *a b c d* de la caisse, et il ne reste plus qu'à la réunir avec l'autre moitié *a' b' c' d'*.

F I G. 4.

Cette figure représente le moulage entiérement fini dans une moitié de la caisse indiquée dans les fig. 1 et 2. On apperçoit que la surface du sable en *g*, *h*, *i*, &c. est au niveau de la bride *b c*; que *k* sont les vides destinés à recevoir la matière qui doit former les anses ; et que les autres *l* sont la moitié de ceux dans lesquels doit entrer le métal pour former les tourillons.

F I G. 5.

Cette figure est la coupe, suivant la direction 3, 4 de la figure précédente, de la caisse entière, dans laquelle le moulage est entièrement achevé. *h*, *i* et *k* sont les quatre morceaux et les deux vides appartenants à la moitié inférieure de la caisse; *h'*, *i'*, *f'*, et *k'*

sont les cinq morceaux et les deux vides qui appartiennent à la moitié supérieure de la même caisse.

Cette méthode de mouler les anses est celle qu'on emploie à Chaillot. Nous allons expliquer maintenant la méthode dont on fait usage au Creusot, ou qui y a beaucoup de rapport.

FIG. 6.

Cette figure ne diffère de la fig. 3, que parce que dans la première le moulage des anses se fait autour de leurs parties extérieures *m*, et autour des tasseaux *n* qu'on adapte entre leurs parties intérieures et le modèle. Ces tasseaux peuvent être en bois ; mais, pour qu'ils puissent s'adapter entre les anses et le modèle, ils doivent être composés de deux morceaux qui s'adaptent l'un contre l'autre dans le sens de leur largeur ; et ils doivent avoir, dans leur réunion, le long des anses, une rainure demi-circulaire. Il faut aussi qu'ils aient beaucoup de dépouille pour pouvoir être retirés facilement de leurs places (1). Enfin, leur moulage se fait jusqu'à l'affleurement de la bride *b c*.

FIG. 7.

On suppose dans cette figure qu'on ait enlevé, de la moitié d'une caisse, le modèle avec ses anses et ses tasseaux. La partie saillante des premières laisse dans le sable les rainures *m* ; et celle des seconds, les creux *n*, *n* ; les vides *l* sont formés par les tourillons.

FIG. 8.

Cette figure représente la coupe de la caisse entière, suivant la direction 5, 6 de la figure précédente, en supposant que le

(1) Pour leur donner cette dépouille, le côté qui s'adapte contre le modèle doit avoir à-peu-près la figure d'un losange.

moulage soit tout-à-fait fini dans cette caisse, et que par conséquent on y ait rempli les vides formés par les tasseaux.

Pour remplir ces vides, on moule séparément les tasseaux; c'est-à-dire, qu'on foule du sable dans des moules qui ont des creux parfaitement égaux à ces tasseaux, et on introduit ces nouveaux tasseaux en sable dans les vides formés par ceux en bois. La figure qu'on leur a donnée est propre à leur procurer de la stabilité dans ces vides; leur surface extérieure affleure celle intérieure de la caisse, et leur surface intérieure, opposée à celle-ci, jointe aux rainures *m*, figure précédente, forme les creux *m*, *m'*, dans lesquels s'introduit le métal, pour former les anses de la piéce.

Nons avons supposé chaque tasseau de bois composé de deux parties qui s'adaptent l'une contre l'autre dans le sens de leur largeur. Nous croyons que le moulage seroit plus facile, si chaque tasseau pouvoit aussi se diviser en deux autres parties dans le sens de sa longueur, de sorte que chacune de celle-ci pût affleurer la bride supérieure de la moitié de la caisse. Dans ce cas, au lieu d'adapter chaque tasseau de sable dans son vide correspondant, lors de la réunion des deux moitiés de la caisse, on adapteroit la moitié de ce tasseau dans son vide respectif, dès qu'on auroit enlevé le modèle de chaque moitié de la caisse, ce qui permettroit de s'assurer si ce demi-tasseau en sable remplit exactement le vide de celui en bois, et s'il y est solidement adapté. Enfin, pour éviter que dans le déplacement des caisses, et pendant le coulage, ces demi-tassesux se dérangent, seul inconvénient à craindre dans ce procédé, on pourroit les faire à queue d'aronde, comme sont les parties *h i*, figure 4. Dès-lors, cette méthode seroit bien préférable à celle employée à Chaillot, puisqu'elle réuniroit une plus grande promptitude à une égale certitude de succès.

# PLANCHE XIV ET XV.

## *GRUES DE DIFFÉRENTS GENRES, ET CHARIOT-TREUIL POUR LES FORERIES* (1).

### PLANCHE XIV.

FIG. 1.

Elévation d'une grue, dans le sens de sa longueur.

FIG. 2.

Elévation latérale du treuil *f f* de cette grue.

FIG. 3.

Plan du bras *BB*.

FIG. 4.

Plan de la moise *EE*.

### PLANCHE XV.

FIG. 1 et 2.

Elévations de deux autres grues, dans le sens de leur longueur.

FIG. 3 et 4.

Elévations latérales des roues du treuil de la figure première, faites sur une échelle double.

Chacune de ces machines est principalement composée d'un arbre *A* (planche 14), d'un bras *B*, d'un treuil *C*, et de deux

(1) Nous donnerons l'explication de ce charriot, après la description des machines à forer.

poulies

poulies moufflées *D*. Les autres parties sont en général des moises, qui prennent une dénomination particulière, selon leur position à l'horison. Ainsi *E* est une moise horisontale, *F* est une moise pendante, &c.

L'arbre *A* doit être terminé par deux pivots de fer *a*, *b*. Le premier entre dans une crapaudine de cuivre *d*, scellée dans la maçonnerie; et le second entre dans un collet également de cuivre et fixé dans une poutre. Par ce moyen, la grue peut tourner horisontalement avec facilité.

Le bras *B* a quelque fois une poulie de renvoi *e*, lorsque l'arbre se trouve entre celle-ci et la poulie moufflée adaptée à cet arbre. En cas contraire, la corde va directement du treuil à cette même poulie, comme on le voit dans la fig. 2 pl. XV.

Le treuil *C* présente une combinaison plus ou moins simple, selon qu'on peut disposer de plus ou moins de force. Dans celui-ci, par exemple, la puissance ou la force est appliquée au levier *g*, lequel a un centre de mouvement au point *r*. Les deux pattes *i*, *p* sont fixées sur ce levier : elles ont à leurs extrémités les deux crochets *h*, *k*, qui font charnière avec elles ; et les deux tringles ou repoussoirs *n*, *m* sont de même fixées à charnière sur le même levier.

En balançant ce levier, les crochets *h*, *k* poussent alternativement la roue *F*, laquelle est garnie de dents, en forme de scie, et les tringles *n*, *m*, qui pèsent sur les crochets, les empêchent de s'écarter de la roue ; en sorte que lorsque la tête du levier descend, le crochet *k* pousse la roue, et l'autre *h* s'en écarte ; et le contraire a lieu, lorsque la tête du levier monte.

On conçoit que cette combinaison, à-peu-près semblable à celle très-connue sous le nom de *levier de la garousse*, offre un très-grand avantage, lorsqu'on doit élever de grands fardeaux en employant une force ordinaire. Malgré cela, comme dans le balancement du levier, la force de l'homme ne se développe pas avec toute l'énergie dont elle est susceptible, et qu'il est facile

de trouver d'autres combinaisons, au moyen desquelles on obtienne cet avantage, ceux d'une plus grande solidité dans la construction, et de plus de facilité dans le service, on doit donner la préférence aux treuils indiqués dans les deux autres grues, dans lesquelles on trouve réunis tous ces avantages.

Quant aux poulies mouflées, il est avantageux que les rouets, ainsi que les chapes, soient en cuivre, et les essieux ou boulons en fer. Dans ce cas, elles peuvent supporter de grands efforts.

Dans l'usage de ces machines, il arrive quelquefois que la corde casse, soit parce qu'on élève des corps d'un poids disproportionné à sa force, soit parce qu'on a négligé de la changer, ce qui expose les ouvriers à être blessés, par le mouvement brusque du treuil et dans un sens contraire à celui qu'il avoit précédemment. Pour éviter cet inconvénient, on peut adapter à l'arbre d'une roue, une autre roue garnie de dents semblables à ceux d'une scie, comme ceux de la roue *f*, et au-dessus d'elle un cliquet *s*, lequel, par son propre poids, est obligé de passer sur chacune de ces dents. Par ce moyen, cette roue peut tourner dans un sens; mais le cliquet l'empêche de tourner dans le sens contraire.

Un autre avantage de ce mécanisme est de pouvoir laisser suspendu un corps, et de tourner la grue sans que personne soit appliqué au treuil; mais nous observerons que l'emploi de ces machines dans les fonderies étant ordinairement de monter et de descendre des corps sans interruption, il faut qu'on puisse facilement détacher le cliquet *s* de la roue *f*. Il est donc convenable qu'il se trouve à la hauteur d'un homme, afin que le service soit en-même-temps et sûr et prompt.

Nous avons dit que les fig. 3 et 4 de la planche XV représentent les élévations des roues du treuil de la grue, figure première. *T* est l'élévation de la roue *t*; *U* est celle de la roue dentée *u*; et *V* est l'élévation du pignon *v*. On fait usage de ce treuil en saisissant successivement les chevilles *X* de la roue *T*.

On n'a pas cru nécessaire de détailler le treuil de la figure 2, puisqu'il est vu de face dans cette figure; ce qui fait concevoir facilement que la manivelle est adaptée à l'arbre du pignon *u*, lequel engraine la roue dentée *x*, et celle-ci un second pignon fixé à l'arbre du cylindre *y*, autour duquel la corde se roule.

Si on vouloit adapter à ces treuils le mécanisme, dont nous avons parlé, afin d'éviter des accidents et laisser suspendu un corps à la grue, on pourroit ajouter la petite roue à dents de scie à l'arbre du pignon *c* figure 1, ou à celui du pignon *v* figure 2. Peut-être pourroit-on se passer de cette nouvelle roue, en donnant une telle forme au cliquet qu'il remontât au passage de chaque dent du pignon, et retombât par son poids dans l'espace d'une dent à l'autre.

# PLANCHE XVI ET SUIVANTES,

## JUSQUES ET COMPRIS LA PLANCHE XXV.

## *FOURNEAUX A RÉVERBÈRE* (1).

## PLANCHES XVI, XVII, XVIII, XIX, XX ET XXI;

### ET FIGURE 7 DE LA PLANCHE VII.

### *Fourneau à réverbère, d'une construction ordinaire* (2).

### PLANCHE XVI.

Cette planche représente le plan des fondations de l'atelier, du fourneau, et de la fosse.

(1) Voyez le chapitre II de la deuxième partie.

(2) Il y a de ces fourneaux dans les anciennes fonderies de la République, comme dans celles de Douay, de Rochefort, &c.; mais aujourd'hui on préfère les fourneaux à réverbère, dont nous donnerons ci-après la description; parce qu'ils ont le double avantage de la célérité du service et de l'économie du combustible.

## PLANCHE XVII.

### Fig. 1.

On voit dans cette figure le plan du fourneau, pris un peu au-dessus de la sole.

### Fig. 2.

Cette figure indique une partie du plan de l'atelier; et le plan du fourneau et de l'escalier, pris à vue d'oiseau.

## PLANCHE XVIII.

Cette planche représente la coupe longitudinale du fourneau et transversale de la fosse.

## PLANCHE XIX.

### Fig. 1.

Coupe du fourneau en face de la chauffe; et par le milieu des ouvertures par lesquelles on le charge.

### Fig. 2.

Coupe du fourneau en face de la coulée, et par le milieu des mêmes ouvertures que les précédents.

### Fig. 3.

Coupe du foyer par le milieu de la grille, et en face de l'escalier.

### Fig. 4.

Coupe du foyer en face de la coulée et par le même milieu de la grille que celui de la coupe précédente.

## PLANCHE XX.

Cette planche est une suite de la précédente.

### Fig. 5.

Élévation antérieure du fourneau, ou du côté de la coulée, et coupe de la fosse suivant sa largeur.

### Fig. 6.

Élévation postérieure du fourneau et des rampes de l'escalier qui conduisent au cendrier.

### Fig. 7.

Élévation latérale du fourneau, en supposant qu'il n'y ait point de portières.

### Fig. 8.

Élévation semblable à la précédente, en supposant que la portière bouche l'ouvertnre par laquelle on le charge, et qu'on voit dans cette élévation.

## PLANCHE XXI.

La vignette représente la perspective de l'intérieur de l'atelier et du fourneau, et les opérations qui précédent immédiatement le coulage.

Le bas de la planche fait voir différents outils, nécessaires pour ces opérations, et un canon coulé.

### Figure 7, Planche VII.

Cette figure indique la manière de disposer les rigoles pour le coulage de quatre pièces.

*A*. Portes de l'atelier.
*B*, *C*. Rampes pour aller au cendrier.
*D*. Le cendrier au-dessous de la grille.

*EE.* Passage pour aller au cendrier et à la fosse.

*F.* Le dessous du fourneau à l'endroit de la sole.

*G.* Rampe pour aller à la fosse.

*H.* La fosse.

*I.* Murs de l'atelier.

*K.* Murs de soutenement de l'escalier.

*L.* Aîles du fourneau, entre-lesquelles se trouve la grille.

*M.* Maçonnerie du fourneau.

*N.* Murs de la fosse.

*O.* Ouvertures par lesquelles on charge le fourneau. On les ferme par des portières..

*P.* La coulée.

*Q.* La grille. Elle est disposée pour recevoir des bûches.

*R.* Rampes pour le service de la chauffe.

*S.* Paliers où ces escaliers aboutissent.

*T*, *V.* Banquettes pour parvenir au-dessus de la chauffe.

*V'*. Emplacement destiné à contenir les bûches, ou la chauffe.

*U.* Passage par où la flamme parvient dans l'intérieur du fourneau.

*X.* Palier au-dessus de la chauffe.

*Z.* Plate-forme du dessus du fourneau, à laquelle on parvient par le palier de la chauffe.

*Y.* Soupiraux par lesquels la fumée s'échappe.

*a*, *b*, *c*. Armatures de fer pour consolider la maçonnerie.

*d.* Ouverture par laquelle on jette les bûches sur la grille.

*e.* Trappe de fonte qui sert à fermer cette ouverture. On la saisit par son manche, et elle glisse dans des coulisses pratiquées dans des plaques de fonte, et scellées dans la maçonnerie.

*f.* Portière qui sert à boucher chaque ouverture par où on charge le fourneau. Elle est adaptée au crochet *g* de la bascule *g h*, et elle est presque en équilibre avec le contre-poids *i*. Lorsqu'on

veut l'élever, un ouvrier *m* tire la corde *n* fixée à l'extrémité *h*.

*g h.* Bascule de la portière.

*i.* Contre-poids de la bascule.

*k.* Supports de la bascule.

*l.* Seuils sur lesquels reposent les portières, quand on n'agit pas sur les bascules.

*m.* Ouvrier qui agit sur une bascule.

*n.* Corde que cet ouvrier saisit pour élever la portière.

*o.* Montants d'un échafaud placés au-dessus de la fosse, pour y descendre et en retirer les moules, au moyen d'un charriot garni d'un treuil, et adapté sur cet échafaud.

*p.* Rigoles pratiquées dans la terre, au-dessus de la fosse, pour le coulage de quatre piéces.

*q.* Ouvrier qui brasse ou qui écume le métal en fusion, au moyen d'un ringard.

*r.* Autre ouvrier (ordinairement le maître fondeur) qui débouche la coulée, en poussant, avec un ringard, dans l'intérieur du fourneau, le bouchon de fer qui la fermoit.

*s. Perrière* ou ringard ordinaire, dont on se sert pour cette opération. On pousse le bouchon par l'extrémité la plus grosse de ce ringard.

*t.* Ce même bouchon : on le lutte avec de la terre à l'endroit de la coulée.

*u. Rable* en fer, ou ringard à crochet pour brasser le métal en fusion.

*v. Rable* en bois, ou ringard à dame, pour écumer le métal en bain.

*x. Quenouillette.* Espèce de tampon, garni d'un manche, et qui sert à fermer, avant la coulée, l'orifice, par lequel le métal en fusion s'introduit, de la rigole, dans le moule. On ne débouche cet orifice, que quand le métal s'est élevé de quelques pouces dans la

rigole. Par là, le métal, qui soulève à sa surface toutes les ordures que pourroit contenir la rigole, entre pur dans le moule. Le nombre de ces quenouillettes dépend de celui des moules, et de la disposition des rigoles.

*y*. Scie à main, dont on se sert quelquefois pour couper la masselotte d'une piéce.

*z*. Canon coulé, tel qu'on le retire de son moule.

## PLANCHES XXII ET XXIII.

*Nouveau fourneau à réverbère, de Chaillot* (1).

### PLANCHE XXII.

FIG. 1.

Plan du fourneau, pris à la hauteur de ses ouvertures.

FIG. 2.

Coupe longitudinale de ce fourneau, passant par la coulée.

FIG. 3.

Elévation latérale du même fourneau, du côté de la coulée.

### PLANCHE XXIII.

FIG. 1.

Elévation antérieure du fourneau, ou du côté de ses ouvertures.

FIG. 2.

Coupe transversale de ce fourneau, passant par le milieu de l'ouverture

(1) A Chaillot, les fourneaux sont accouplés, comme ceux de Ruelle, dont nous allons donner la description. Ainsi, on doit regarder le fourneau représenté dans ces planches, comme la moitié de ceux qui sont à Chaillot.

l'ouverture par laquelle on le charge, et en face de la coulée.

*A*. Escalier qui conduit au cendrier.

*B*. Le cendrier.

*C*. La grille. Elle est disposée pour recevoir du charbon de terre.

*D*. Voûte du fourneau. Elle est construite en briques.

*E*. Capacité intérieure du fourneau. La flamme est obligée de la parcourir entièrement avant d'entrer dans la cheminée.

*F*. La sole. Elle est couverte par du sable, de quelques pouces de hauteur.

*G*. Ouverture pour jetter sur la grille le charbon de terre, et que l'on bouche ensuite avec du charbon. L'air qui passe par le cendrier, et à travers la grille, alimente le feu et pousse la flamme dans l'espace *E* du fourneau.

*H*. Autre ouverture par laquelle on charge le fourneau du métal qu'on veut y fondre : une portière ferme cette ouverture.

*I*. Troisième ouverture servant à examiner l'état de fusion du métal, et à brasser avant la coulée. Elle est fermée avec une brique qu'on lutte de terre. Au centre de cette brique est un trou circulaire, d'un pouce de diamètre, fermé par un tampon de terre cuite. Lorsqu'on veut simplement observer l'état de la fusion, on regarde par cette ouverture. La portière de la porte *H* est percée d'un semblable trou, fermée de même par un tampon de terre cuite.

*K*. La coulée. On la lutte avec de la terre qu'on détruit avec un ringard, quand on veut que le coulage ait lieu (1).

*L*. Cheminée. Elle est plus étroite à son extrémité inférieure, afin d'obliger la flamme à se porter plus près du creuset, et à entretenir la chaleur du bain.

*M*. Murs de soutenement de l'escalier.

*N*. Murs extérieurs du fourneau. Ils peuvent être construits en

(1) Cette ouverture doit être comme celle des fourneaux de Ruelle, afin qu'on puisse la déboucher facilement, quand on le juge convenable.

pierres de taille, mais capables de résister suffisamment à l'action du feu.

*O.* Chemise du fourneau. Ordinairement elle est en briques, de même que la voûte et la sole.

*P.* Murs de la cheminée, construits ordinairement en briques.

*Q.* Ses murs extérieurs. Ils sont en talus pour lui donner de la stabilité, et ils peuvent être construits en pierres de taille.

*R.* Couche de sable au-dessus de la sole.

*T.* Toit, pour garantir le fourneau de la pluie.

*V.* Portière qui sert à boucher l'ouverture *H.* Elle est suspendue au levier *U*, lequel est adapté au montant *X.* On élève la portière en tirant la corde *Z*; et on facilite cette opération, en adaptant un contre-poids convenable à cette extrémité du levier *U.*

*a.* Barres de fer pour soutenir l'encorbeillement *c*, dans lequel on adapte un des côtés de la grille.

*b.* Autres barres de fer pour consolider la maçonnerie.

*c.* Encorbeillement.

*d.* L'autel. C'est l'endroit de la sole où l'on place le métal.

*e.* Le creuset. C'est l'endroit où le métal s'arrête, quand il a été fondu, et qu'il a parcouru la longueur de la sole.

## PLANCHES XXIV, ET XXV.

### *Nouveaux Fourneaux à réverbère de Ruelle.*

### PLANCHE XXIV.

FIG. 1.

Plan des fourneaux pris à la hauteur de leurs ouvertures.

FIG. 2.

Coupe longitudinale d'un des fourneaux et de l'escalier, passant par la coulée et en face de ses autres ouvertures.

## PLANCHE XXV.

### Fig. 1.

Élévation des fourneaux du côté des coulées.

### Fig. 2.

Coupe des fourneaux passant par les grilles et en face des coulées.

*A.* Escalier qui conduit au cendrier de chaque fourneau.
*B.* Le cendrier.
*C.* La grille. Elle est placée pour recevoir du charbon de terre.
*D.* Voûte du fourneau. Elle est construite en briques.
*E.* Capacité intérieure du fourneau.
*F.* La sole.
*G.* Ouverture par laquelle on jette le charbon de terre.
*H.* Ouverture par laquelle on charge le fourneau.
*I.* Ouverture pour regarder l'état de la fusion.
*K.* La coulée.
*L.* Cheminée.
*M.* Murs de l'escalier.
*N.* Murs extérieurs du fourneau.
*O.* Les murs intérieurs qui, joints à la voute, forment la chemise du fourneau, laquelle est construite en briques.
*P.* Murs extérieurs de la cheminée, dont celui qui est du côté de la fonderie est allégé en bas par une embrasure, et en haut par une voûte.
*Q.* Murs en briques de la cheminée.
*R.* Couche de sable placée sur la sole.
*S.* Voûte pour alléger la maçonnerie supérieure du fourneau.
*a.* Barres de fer pour contenir l'encorbeillement *c.*
*c.* Autres barres pour consolider la maçonnerie.
*c.* Encorbeillement où on adapte un côté de la grille.

*d.* Plaques de fonte qui garantissent les embrasures. Il y en a aussi aux ouvertures *G*, *H*, *I*.

*e.* Indication de l'ouverture par où on jetteroit les buches sur la grille, si on vouloit se servir de ce combustible ; mais dans ce cas, cette grille devroit être placée plus bas.

*f.* Plaque de fer, ou trappe, qui sert à resserrer à volonté le passage de la flamme, en lui donnant l'inclinaison convenable vers la partie *g* de la voute.

*g.* Extrémité de la voûte. Elle approche davantage de la sole, que dans le fourneau de Chaillot.

*h.* Corridor souterrain qui communique aux cendriers, et souvent aussi à l'étuve, à la fosse et aux cendriers d'autres fourneaux appartenants à la même-fonderie.

*i.* L'autel où l'on place le métal.

*m.* Creuset, où il parvient et demeure, quand il est en fusion.

## PLANCHE XXVI.

*Marmite pour l'usage des Fonderies.*

On employe cette marmite dans les fonderies pour y recevoir le métal en fusion et le verser dans les moules. Pour cela, on la place sous la coulée du fourneau, et on la remplit de buches allumées, afin de ne pas refroidir le métal qu'elle doit contenir. Le moment du coulage étant arrivé, on deblaye la marmite des buches qu'on y avoit mises; on y adapte les crochets et le fléau qui tiennent à la grue; et dès qu'elle est remplie de métal, on la transporte, au moyen de la grue, au-dessus des moules, et on les remplit, en faisant tourner doucement la marmite, au moyen des leviers fixés aux extrémités de ses manches.

Ce procédé est très- utile, principalement lorsqu'il s'agit de

remplir un grand nombre de petits moules. Dans ce cas, on les dispose dans la fonderie circulairement au tour de la grue, à une distance de son arbre égale à la longueur de son bras; et, en faisant tourner la grue horizontalement, la marmite remplit les moules, l'un après l'autre, le plus promptement et avec le moins de déchet possibles.

Enfin, ces avantages, quoique moindres, ont lieu néanmoins dans le coulage des pièces; et à Chaillot, où on ne fond ordinairement que des pièces d'un petit calibre, on fait usage habituellement de cette méthode (1).

F i g. 1.

Plan de la marmite pris un peu au-dessus de ses manches.

F i g. 2.

Coupe de la marmite dégarnie de ses ferrures et de ses manches, et faite dans la direction de ces derniers.

F i g. 3.

Élévation de la marmite telle qu'elle paroît, lorsqu'elle est suspendue à la grue.

F i g. 4.

Élévation d'un des crochets vu en face.

F i g. 5.

Coupe d'un des manches, et élévation d'une partie de la ferrure qui les fixe à la marmite.

---

(1) La marmite qu'on emploie dans cette fonderie contient quatre mille livres de fonte.

*A*. Marmite. Elle est de fer coulé, et on la couvre intérieurement par plusieurs couches de terre qui forment ensemble l'épaisseur d'un pouce, afin de la garantir de l'effet du métal en fusion.

*B*. Manches de la marmite. Ils sont en fer, et fixés à la bande horizontale *a*.

*C*. Leviers en bois qui servent à incliner la marmite, lorsqu'elle est suspendue, pour verser le métal dans les moules.

*D*. Crochets en fer.

*E*. Fléau en fer.

*F*. Poulies qui appartiennent à la grue.

*a*. Bande horizontale de fer. Elle a quatre trous pour recevoir les tenons des bandes *b*; et quatre tenons qui entrent dans les trous des bandes *c*.

*b*. Bandes de fer qui se croisent sous la marmite, et qui servent à la soutenir.

*c*. Petites bandes de fer qui empêchent que la marmite quitte ses manches. Pour cela, elles sont fixées à la barre *a*, au moyen des tenons pratiqués dans celle-ci, qui entrent dans les trous ménagés dans les premières; et elles sont fixées à la marmite, au moyen des tenons de celle-ci, qui entrent dans des trous pratiqués dans ces mêmes petites bandes.

*d*. Manchons dans lesquels on introduit les leviers *c*.

# PLANCHES XXVII, XXVIII, ET XXIX.

## *ÉGLISES TRANSFORMÉES EN FONDERIES DE CANONS* (1).

### PLANCHE XXVII.

Cette planche représente le plan d'une chapelle de forme octogone. La distance entre les contre-forts *d* étant insuffisante pour y placer deux fourneaux accouplés, on a pu en adapter huit à cette chapelle. Leurs cheminées sont adossées aux murs de celle-ci, et on a indiqué les percements qu'il est indispensable de faire dans ces murs, afin d'y pratiquer des ouvertures pour regarder dans les fourneaux l'état de la fusion, et pour le coulage du métal.

Dans le milieu de la chapelle on a pratiqué une grande fosse circulaire, dont une partie sert d'étuve (2); et une seule grue, placée au centre de cette fosse, peut faire tout le service relatif à cet objet.

### PLANCHE XXVIII.

Cette planche indique le plan d'une petite église de campagne, de figure rectangulaire. Les huit fourneaux qu'on y voit sont disposés de manière qu'un contre-fort se trouve faire partie du massif de la maçonnerie de chaque couple de fourneaux. Par ce moyen,

---

(1) Ces planches sont propres pour montrer comment on peut transformer en usines des bâtiments nationaux. Ce sont des exemples et non des modèles qu'on doive suivre exactement; car en général, avant de fixer à un objet la place qu'il doit occuper, il faut bien réfléchir à son usage, et principalement aux manœuvres auxquelles il donne lieu.

(2) Une étuve doit nécessairement contenir du combustible, lequel exige qu'il y ait un courant d'air pour l'alimenter, et une issue pour faire sortir la fumée. Il est donc indispensable de songer à ces objets dans la partie de la fosse destinée à servir d'étuve.

les cheminées se trouvent adossées contre les murs de l'église et ses contre-forts.

D'après cette disposition, une seule fosse rectangulaire, dont une partie sert d'étuve, peut suffire au service de ces huit fourneaux; mais il est convenable, pour la facilité des manœuvres, d'y établir deux grues.

Les murs de l'église, où sont adossés les fourneaux, doivent être percés, pour y pratiquer les ouvertures nécessaires au service de ceux-ci, de même que nous l'avons remarqué pour la planche précédente.

## PLANCHE XXIX.

Cette planche représente le plan d'une église de village plus grande que les précédentes, dans l'intérieur de laquelle on a placé huit fourneaux. Les murs extérieurs doivent être percés dans le bas, afin d'y construire les deux ouvertures latérales pour le service de la chauffe et pour la charge du fourneau; et ces mêmes murs pourroient aussi être percés dans le haut, si on vouloit que les cheminées fussent placées en dehors. Dans ce cas, il faudroit les dévoyer et les soutenir sur des consoles encastrées dans les murs extérieurs.

La fosse circulaire qui est dans le milieu ne diffère de l'autre, représentée dans la planche XXVII, que parce qu'elle est plus grande que cette dernière, la largeur de l'église ayant permis de lui donner un diamètre plus considérable.

*A.* Escalier qui conduit aux cendriers.

*B.* Fourneaux accouplés.

*C.* Nouvelle porte.

*D.* Pont au-dessus de la fosse, pour communiquer d'une partie à une autre de l'atelier.

*E.* Charpente de ce pont. Elle est construite de manière à pouvoir être enlevée facilement, s'il le falloit.

*F.* Les

*F.* Les fosses. Leurs parties supérieures sont couvertes ou par des planches ou par de la terre, qu'on met quelquefois autour des moules, ce qui donne encore de la facilité pour aller aux différents endroits de l'atelier.

*G.* Emplacement de l'arbre de la grue.

*H.* Les étuves. Elles sont couvertes par des tables de fer coulé, percées de trous.

*a.* Contreforts.

*b.* Emplacements des coulées et des ouvertures supérieures.

# PLANCHE XXX ET SUIVANTES,

## JUSQUES ET COMPRIS LA PLANCHE XLV.

### *FORAGE DES CANONS* (1).

### PLANCHES XXX, ET XXXI.

*Forerie verticale.*

#### PLANCHE XXX.

Plan général de l'atelier et de la machine.

#### PLANCHE XXXI.

Coupe de l'atelier et élévation de la machine.

Le moteur de cette machine est le manége *T*, dont l'arbre *S* appuie sur la crapaudine R, et est garni à sa partie supérieure, de plusieurs lames, ou d'une seule, pour forer ou alézer le canon *H*.

(1) Voyez le chapitre troisième de la deuxième partie.

Ce canon est fixé au chassis 2, 3, lequel peut descendre ou monter à volonté, le long des languettes des montants *F*, par le moyen des poulies moufllées *K*, du treuil *M m M*, des lanternes *N*, et des roues *O*.

Ordinairement, on ne remonte le canon que pour le dégager du foret; car la pression nécessaire à celui-ci, est produite par le poids du canon, qui n'est retenu dans sa chute que par le foret et par le frottement des parties de la machine que nous venons de nommer; mais lorsque le canon est d'un gros calibre, on diminue sa pression sur le foret, soit par un contre-poids qu'on adapte au tour de l'arbre *m*, soit par tout autre moyen très-facile à imaginer.

Cette machine a plusieurs inconvénients. Le premier, commun à toutes les foreries de ce genre, où les pièces sont posées verticalement, est le temps considérable qu'il faut pour les monter et les mettre en place. Le second, est que la piéce ne tournant pas, mais le foret, on ne peut pas s'assurer facilement, si celui-ci est exactement dans la direction de l'axe de la piéce. Le troisième, est que le foret n'est pas fixé d'une manière invariable, en sorte qu'il ne peut guères servir que pour alézer les piéces creuses; méthode qu'on doit entièrement abandonner. En général, les foreries horizontales sont préférables, sous tous les rapports, aux foreries verticales, et les exceptions à cette règle ne peuvent être que très-rares.

*A, B, C, D.* Montants qui forment la cage de la machine. Ils sont fixés, dans le bas, sur le plancher, et, dans le haut, par différentes moises horizontales.

*E.* Une des fermes qui soutiennent le plancher et les parties supérieures de la machine. Sous ce plancher se trouve le manége.

*F.* Montants à languettes, entre lesquelles peut glisser le chassis où se trouve la piéce.

*G.* Moises horizontales, contre lesquelles on fixe les montants précédents.

*H.* Canon qu'on fore ou qu'on aléze.

*I.* Moises horizontales qui servent à lier ensemble les montants de la cage.

*K.* Poulies moufflées.

*L.* Poutrelles horizontales qui servent de points d'appui aux poulies moufflées supérieures.

*M.* Roues dentées fixées à l'arbre *m.*

*N.* Lanternes qui engrainent ces roues, et fixées à l'arbre *n.*

*O.* Roues à chevilles, fixées au même arbre *n*, prolongé des deux côtés *P.* En faisant tourner ces roues dans un sens, ou dans un autre, on fait monter ou descendre la piéce; ce qui exige que l'engrainage qui est d'un côté de la machine, soit parfaitement égal à celui qui est de l'autre côté.

*Q.* Maçonnerie, pour soutenir l'effort du foret et le poids de la piéce.

*R.* Crapaudine en cuivre qui reçoit l'extrémité inférieure du foret.

*S.* Foret, servant d'arbre au manége.

*T.* Barres du manége.

*V.* Scéau adapté sur ce levier, pour recevoir la limaille, ou *alesure*, qui tombe de la piéce.

*X.* Entrait, sur lequel on met quelques planches dans l'intérieur de la cage, pour les manœuvres nécessaires (1).

*Z.* Échelle pour parvenir au second plancher.

*a.* Frettes de fer.

*b.* Petites barre de fer qui s'adapte contre les leviers *T*, au moyen des frettes *a*, pour fixer ce levier au foret. Il faut pour cela que le levier, ainsi que cette barre, aient chacune un entaille quarrée, dans lesquelles on place le foret (2).

(1) Dans quelques feuilles de cette planche, cet entrait est indiqué par la lettre *K*, qui se trouve aussi aux poulies mouflées; mais cette erreur a été corrigée.

(2) Au-dessous de la petite barre *b*, l'arbre *s* doit avoir une embase, afin que le levier *T* et le scéau *V* appuient dessus. On a exprimé cette embase dans la plus grande partie des exemplaires de cet ouvrage.

2. Montants à languette du chassis, où on adapte la pièce.

3. Moises qui lient ces montants, et dans lesquelles on place la piéce; elles sont doubles et échancrées, et celle du milieu a en outre deux entailles quarrées dans lesquelles entrent les tourillons, afin que la piéce ne participe pas au mouvement de rotation du foret. Indépendamment de ceci, on peut ficher des petits coins, entre la piéce et les collets et entailles des doubles moises 3, pour qu'elle n'ait que le seul mouvement vertical.

## PLANCHES XXXII, XXXIII, XXXIV ET XXXV.

### *Nouvelle Forerie verticale.*

### PLANCHE XXXII.

Plan de la charpente du second plancher, sur lequel on adapte les tulipes des piéces.

### PLANCHE XXXIII.

Plan de la charpente du plancher supérieur auquel se trouvent adaptées les roues d'engrainage.

### PLANCHE XXXIV.

Coupe de l'atelier et élévation de la machine.

### PLANCHE XXXV.

Coupe de l'atelier et de la machine parallèlement à la coupe et élévation précédentes.

L'arbre *O* du manège appuie, par son extrémité inférieure, sur la crapaudine *a*; passe à travers une lunette pratiquée dans le plancher *GG*; et son extrémité supérieure, garnie d'un pivot, entre dans un collet fixé dans la poutre *B*.

A cet arbre est fixée la roue dentée *L*, laquelle engraine les quatre autres *M*. Elles sont toutes égales entre elles, et ont le même nombre de dents. Au centre de chacune de ces quatre roues, on adapte la tige de la piéce, qui entre dans un collet disposé de manière à ce que l'axe de la piéce passe par le centre de la roue, et qu'elle soit solidement fixée dans cette roue. La tulipe entre aussi dans un collet pratiqué sur la plate-forme *V*, laquelle peut être fixée sur le plancher *H*.

Chaque foret *b* est adapté dans la traverse *g*, laquelle a une fente à chaque extrémité, et ces fentes servent à recevoir les languettes des montants *U*, le long desquels cette traverse peut monter et descendre. Cette même traverse appuie sur le levier *r z*, qui a pour point d'appui la cheville *c*, laquelle entre dans un des trous de la barre *K*; et ce levier est suspendu horizontalement, au moyen de la poulie *R*, et de la corde *CRSI*, sur laquelle on adapte le poids *P*. Cette corde est fixée en *C*, passe par les poulies *R*, *S*, par une quatrième poulie derrière celle *S*, et s'adapte à l'arbre du treuil *T* (1).

On conçoit donc, qu'en faisant tourner le manége, l'arbre *O* communique son mouvement de rotation aux piéces *D*, au moyen des engrainages des cinq roues dentées *L*, *M*. Les forets, poussés par les contre-poids, percent ces mêmes piéces; et lorsque ceux-ci sont tellement descendus que les leviers *r z* deviennent sensiblement obliques à l'horizon, on remonte les chevilles *c* d'un cran, et ensuite les contre-poids *P*, au moyen des treuils *T*.

Voilà une idée suffisante de l'ensemble de cette machine. Nous allons entrer maintenant dans quelques détails essentiels pour sa parfaite intelligence, et utiles pour d'autres machines de ce genre.

*A*. Maçonnerie, sur laquelle repose l'arbre du manége.

*B*. Poutre horizontale au-dessus du plancher supérieur, dans

(1) Dans quelques feuilles de cette planche, la petite poulie appartenant au contre-poids P, est indiquée par la lettre *i*; elle doit l'être par la lettre *I*.

laquelle on adapte un collet en cuivre, où on introduit l'extrémité supérieure de l'arbre du manége.

*C.* Endroits où on arrête l'extrémité de la corde *CRS*.

*D.* Canon mis en place pour être foré. Il doit être tourné dans une partie de la tulipe et à la tige.

*E.* Bras, ou levier du manége.

*F.* Pallonniers où on attèle les chevaux.

*G.* Premier plancher, sur lequel on amène les piéces, pour les monter ensuite sur le second plancher *H*. Il sert aussi pour monter ou descendre les leviers *r z*.

*H.* Second plancher qui sert à adapter les piéces dans les collets inférieurs, et à tourner les treuils *T*.

Pour remplir le premier objet, on enlève la plate forme *V*; on saisit par ses tourillons la piéce qui est debout sur le plancher *G*, entre les montants *X*, *Z*, et on adapte la corde autour de l'arbre d'un treuil, dont le mouvement lui est communiqué par un engrainage particulier de la machine. Dès que la piéce est montée, on remet à sa place la plate-forme *V*, on introduit la tulipe dans son collet, et on introduit la tige dans le collet appartenant à la roue *M*.

*I.* Plancher supérieur. Il sert pour agir sur le treuil que nous venons de nommer, pour adapter les tiges des piéces dans leurs collets, et pour soutenir les quatre roues *M*.

*K.* Barres de fer verticales et percées de trous, dans lesquels on introduit les chevilles *c*. Cette plaque est adaptée à deux traverses fixées entre les montants *X*.

*L.* Roue dentée fixée à l'arbre du manége.

*M.* Roue dentée adaptée au-dessous du plancher *I*, et qui communique à une piéce le mouvement de rotation. Cette roue peut avoir un petit mouvement vertical, afin que la piéce, appuyant sur le foret, celui-ci ait la pression convenable pour la percer.

*O.* Arbre du manége.

*P.* Contre-poids qui soutient les leviers *r z*.

*R.* Poulies adaptées à ces leviers.

*S.* Autre poulie adaptée sur les poutrelles du plancher *H.* Derrière cette poulie, il doit y en avoir une autre, pour recevoir la partie de la corde qui passe sous la poulie *I*, et s'enroule autour de l'arbre du treuil *T.*

*T.* Treuil qui sert à remonter le poids *P.*

*U.* Montants à languettes, lesquelles entrent dans les entailles de la traverse *g.*

*V.* Plate-forme circulaire en bois. Dans son milieu, il y a un collet en fer pour recevoir une partie de la tulipe, et ce collet a trois entailles dans lesquelles on introduit des coins en fer pour centrer la piéce.

*X*, *Z*. Montants qui soutiennent la piéce *D*, le foret *B*, et une partie du treuil *T.*

*a.* Crapaudine en cuivre, scellée dans la maçonnerie, et dans laquelle s'introduit l'extrémité de l'arbre *O*, garnie d'un sabot de fer.

*b.* Foret. Il est terminé carrément à son extrémité inférieure, et il entre dans une boîte, de pareille figure, adaptée à la traverse *g*, où il est fixé par un boulon qui traverse en même temps et cette boîte et l'extrémité du foret.

*c.* Cheville qui sert de point d'appui au levier *r z.*

*d.* Coins de fer qu'on introduit entre la tulipe de la piéce et son collet. Il faut avoir l'attention de ne pas trop les ficher, pour ne pas augmenter, sans nécessité, leur frottement contre la piéce.

*e.* Collet dans lequel on adapte la tige de la piéce, et fixé à la roue *M.* Il est garni de quatre vis de pression *i.*

*f.* Traverse, dans le milieu de laquelle l'on adapte l'extrémité inférieure de la barre de fer *K.* L'extrémité supérieure est adaptée dans le milieu d'une autre traverse pareille à *F.*

*g.* Traverse mobile, garnie d'une boîte carrée dans laquelle on introduit l'extrémité inférieure du foret.

*h.* Bandes circulaires de fer pour consolider la partie de l'arbre qui est en contact avec la planche *G*, et pour diminuer son frottement contre celui-ci.

*i*. Vis de pression du collet *e*, lesquelles servent à centrer la piéce à sa partie supérieure.

*r z*. Levier sur lequel appuie le foret et la piéce quand celui-ci la perce.

## PLANCHES XXXVI ET XXXVII.

*Forerie horizontale.*

### PLANCHE XXXVI.

Plan général de l'atelier et de la machine.

### PLANCHE XXXVII.

Coupe longitudinale par le milieu de l'atelier et de la machine.

La ligne *a b* sépare la machine en deux parties. Dans la première *A*, la roue dentée *c* engraine la lanterne *D*: cet engrainage est celui qu'on emploie ordinairement, et la roue et la lanterne sont en bois. Dans l'autre partie *B*, la roue *E* engraine la roue *F* : cet engrainage est nouveau; les roues sont en fer, et leurs dents font sur elles un angle qui varie selon le rapport de leurs diamètres (1).

Cette méthode a, sur la première, le double avantage d'une durée plus longue dans l'usage de ces roues, et de pouvoir les faire d'un diamètre plus petit, ce qui contribue à rendre en général la machine plus solide; mais elles exigent qu'elles soient faites avec

(1) Pour déterminer l'angle d'inclinaison des dents sur ces roues, il faut mener une ligne du point, où elles se touchent extérieurement, au point qui est l'intersection de leurs axes; car il faut regarder ces roues, comme devant faire parties des surfaces des deux cônes qui doivent avoir le même sommet, et qui pourroient rouler l'une sur l'autre par le simple frottement : ce qu'on peut faire avantageusement lorsqu'il n'y a que peu de résistance. Mais, quand la résistance est grande, on y pratique un engrainage.

une

une grande précision, sans laquelle on n'obtiendroit pas l'utilité que nous annonçons.

*A*, *B*. Ailes de l'atelier.

*C*. Roue dentée ordinaire.

*D*. Lanterne ordinaire.

*E*, *F*. Roues en fer dont les dents sont inclinées sur elles.

*G*. Arbre du manége.

*I*. Traverses, sur lesquelles on adapte l'arbre de la lanterne *D*, ou celui de la roue *F*.

*K*. Canon placé sur son banc.

*M*. Foret.

*N*. Chariot qui fait avancer le foret.

*c*. Extrémité de la barre de la lanterne *D*, ou de la roue *F*, qui est creusée carrément, pour recevoir la tige du canon *K*, et communiquer à celui-ci le mouvement de rotation.

*d*. Support garni de coussinets, entre lesquels on adapte le collet du bouton du canon *K*. Ce support est fixé à demeure sur le banc.

*e*. Autre support semblable à celui *d*, dans lequel on adapte le collet de la tulipe de ce canon. Ce support doit être mobile, à cause des différentes longueurs des piéces, sans cependant qu'il puisse se déranger pendant le forage.

*f*. Montant du chariot *N*. Il doit avoir deux boîtes ou douilles; l'une pour y adapter l'extrémité du foret *M*, et l'autre pour y adapter celle de la crémaillère *m*.

*g*. Montant fixé sur le banc, pour servir de soutien à la crémaillère *m*.

*h*. Cric qui sert à faire avancer le charriot *N*, et, avec lui, le foret *M*.

*k*. Supports du cric.

*i*. Manivelle du cric.

*m*. Barre à cremaillère qui passe dans le cric et pousse le chariot *N*.

Cette machine est susceptible de forer un plus grand nombre de piéces. D'abord, il est facile de construire deux autres bancs,

dans la direction de la ligne *ab* du plan, dont les lanternes, ou les roues respectives, seroient mises en mouvement par la même roue dentée *C* ou *E*. Il est facile encore d'établir un second atelier sur un plancher suffisamment élevé, et le même arbre *G*, étant prolongé et ayant une seconde roue dentée horizontale, engraineroit les lanternes horizontales ou les roues verticales supérieures dessus de ce plancher. Il est inutile d'observer que dans ce cas la puissance ou le nombre de chevaux devroit être proportionnée à l'effet qu'on voudroit produire.

Nous avons remarqué que le manivelle *i* du cric fait avancer le chariot *N* et le foret *M*. Cette méthode a l'inconvénient d'exiger constamment l'emploi d'un homme, pour que la pression du foret soit toujours la même, ce qu'il est très-difficile d'obtenir, par l'attention suivie qu'il faudroit pour cela. Un mécanisme dans lequel un poids seroit le moteur, comme cela se pratique à Chaillot, auroit le double avantage du mouvement égal du foret, et d'exiger seulement qu'on le remontât de temps à autre. On indique tous ces moyens qui ne sont pas les meilleurs, pour faire voir comment, dans une fabrication révolutionnaire, on peut se servir de tout ce qu'on a sous la main pour produire l'effet demandé.

## PLANCHES XXXVIII ET XXXIX.

*Forerie horizontale de Couvin.*

### PLANCHE XXXVIII.

FIG. 1.

Plan général de la machine pris à vue d'oiseau.

FIG. 2.

Coupe transversale d'une des boîtes *D*, et élévation latérale d'un des arbres des roues *M* ou *L*.

F I G. 3.

Élévation d'une partie d'un de ces arbres, d'un de ses tourillons, du support sur lequel ce tourillon appuie, et coupe longitudinale de la boîte, dans laquelle l'on adapte la tige carrée de la pièce.

F I G. 4 et 5.

Perspective et profil du chariot qui fait avancer le foret.

F I G. 6.

Élévation du levier, dont on se sert, pour faire avancer ce même charriot.

F I G. 7 et 8.

Plans de forets (1).

F I G. 9.

*Chat*, ou outil en forme de balet, formé par plusieurs plaques de fer divergentes, pour connoître s'il y a des chambres dans la piéce,

F I G. 10.

Trousseau qui sert à la construction du modèle en terre.

F I G. 11.

Échantillon dont on fait usage pour donner, extérieurement à ce modèle, la figure convenable.

---

(1) Ces forets anciens ont été mal représentés dans quelques feuilles de cette planche. Nous ne nous étendrons point pour faire connoître en quoi consiste cette erreur, cette forme de foret n'étant presque plus en usage maintenant.

FIG. 12.

Perspective du modèle et de la moitié supérieure du moule, non achevée.

FIG. 13.

Perspective de cette moitié de moule, entièrement terminée.

PLANCHE XXXIX.

FIG. 1.

Elévation de la machine suivant sa longueur, en supposant que le mur *R* soit coupé au-dessus et au-dessous de l'arbre *BC*.

FIG. 2.

Coupe transversale de la machine, dans laquelle on suppose qu'il y ait un canon sur chaque banc.

FIG. 3.

Perspective d'une partie du banc où l'on adapte la tulipe de la piéce.

Cette description rapide, que nous venons de donner, suffit pour connoître la méthode qu'on employoit dans cet établissement, pour quelques objets relatifs à la fabrication des canons, dont nous avons donné, ou donnerons par la suite, des renseignements étendus; mais nous allons revenir sur la machine à forer, pour montrer encore des exemples des moyens qu'on peut employer pour réussir dans cet objet.

*A*. Roue à godets. C'est la chûte de l'eau, jointe à son poids,

qui fait mouvoir cette roue, laquelle communique aux piéces son mouvement de rotation.

*B C.* Arbre de cette roue.

*D.* Boîte carrée dans laquelle on adapte l'extrémité de la tige de la piéce. Elle fait partie d'un des tourillons de l'arbre de la roue *M* ou *L.*

*E.* Charriot auquel on adapte le foret. Ce charriot appuie sur deux jumelles, sur lesquelles il avance ou recule.

*F.* Boîte de fer quarrée, fixée au charriot, dans laquelle on introduit l'extrémité du foret.

*G.* Arbre d'une roue dentée, autour duquel s'enroule la double chaine *a b*, fixée au charriot.

*H.* Lanterne qui engraine cette roue.

*I.* Canon placé sur son banc.

*K.* Traverse sur laquelle appuye un des tourillons de l'arbre *BC.*

*L.* Roue dentée adaptée à cet arbre.

*M.* Lanterne qui engraine cette roue.

*NO.* Traverse sur laquelle on adapte la tulipe de la piéce.

*P.* Autre traverse du côté du bouton. Entre cette traverse et la roue *L* ou *M*, il y a un montant dans lequel on fixe le support *e*, destiné à soutenir un des tourillons de l'arbre de la roue *L* ou *M.*

*T.* Levier dont on se sert pour faire avancer le charriot *E.* Pour cela, l'arbre de la lanterne *H* passe d'un côté à travers le banc, et se termine carrément dans cette partie ; on introduit ce carré dans la fente ou boîte *f* du levier *T*, et on pèse doucemen-sur ce levier, ou bien l'on suspend un poids à son extrémité. La lanterne *H* fait tourner l'arbre *G*, autour duquel s'enroule la double chaîne *a*, *b*, qui fait avancer le charriot *E* et avec lui le foret.

Afin de bien saisir les différentes parties qui composent ce mécanisme, on a exprimé, dans la partie inférieure du plan, le charriot placé dans son banc, mais sans engrainage, ni chaine ; dans la partie du milieu, on voit cette chaîne et cet engrenage ; et dans

la partie supèrieure, on voit le charriot avec le foret introduit dans la piéce.

Cette machine a un inconvénient. La piéce devroit appuyer, à l'étranglement de la culasse, sur un support adapté sur la traverse *P*; car il est difficile que la tige puisse s'adapter avec précision dans la boîte *D* : le poids de la piéce doit la fatiguer promptement, en sorte que la piéce s'inclinant à l'horison, son axe n'est plus dans la direction de celui du foret. Enfin, cela ne suffiroit pas pour donner à la piéce la stabilité qui lui convient, pour que le forage soit bien fait. Il faut qu'elle soit saisie à ses deux collets, du bouton et de la tulipe, par des supports garnis de coussinets, comme nous l'expliquerons dans les foreries suivantes.

## PLANCHES XL ET XLI.

*Nouvelle Forerie horizontale de Chaillot* (1).

### PLANCHE XL.

#### FIG. 1.

Plan général de la machine pris à vue d'oiseau, en supposant les murs, entre lesquels se trouve la roue à godets, coupés au niveau de l'axe de l'arbre de cette roue.

#### FIG. 2.

Élévation d'une partie d'un charriot, auquel on adapte le foret, prise suivant la longueur de ce charriot.

#### FIG. 3.

Coupe d'une des poutres *R r* ( figure première ) qui forment les longs côtés de chaque banc.

---

(1) Voyez la description particulière de cette forerie, pages 88 et suivantes.

F I G. *4*, *5* et *6*.

Plan d'un foret, d'une piéce du fond et d'un alézoir, dont on fait usage dans cette forerie (1).

## PLANCHE XLI.

F I G. 1.

Elévation de la machine, suivant sa longueur, et jusqu'à la hauteur du plancher.

F I G. 2.

Coupe de la machine suivant sa largeur.

F I G. 3.

Elévation du support *D* (figure première planche XLIV), prise parallèlement au foret *F*.

F I G. *4*.

Elévation de ce support, prise perpendiculairement au foret.

F I G. *5* et *6*.

Plan et élévation du support *V* (fig. 1. planche XL).

Les figures 3, *4*, *5* et *6* de cette planche, ainsi que les fig. 2 et 3 de la planche précédente, sont faites sur une échelle

(1) Nous donnerons à la fin des foreries des renseignements étendus sur ce outils.

plus grande que celle des projections générales de la machine.

*A*. Roue à godets.

*B*. Roue dentée en fer, fixée à l'arbre de la roue *A*.

*C*. Quatre autres roues dentées en fer, et égales entre elles. L'arbre de chacune d'elles se termine carrément, de même que l'extrémité de la tige de la piéce *L*; et dès que ces deux parties sont exactement l'une contre l'autre, on glisse le manchon *m*, ensuite la frete *b'* contre le manchon, et on serre cette frete pour empêcher que le manchon ne revienne à sa première place.

*D*. Support dans lequel on adapte le collet de la tulipe de la piéce et le couteau-masselotte.

Pour remplir le premier objet il y a entre les montants de ce support deux coussinets en cuivre *K*, (fig. 3 et 4. pl. XLI) lesquels sont adaptés dans ces montants, au moyen des feuillures pratiquées aux extrémités des coussinets, qui entrent dans des coulisses menagées dans ces montants. Le coussinet supérieur peut s'enlever ou remonter, en défaisant les vis *t*, et en enlevant ou remontant la traverse qui est dessus ce coussinet; et lorsque le collet de la tulipe appuie sur le coussinet inférieur on descend l'autre, ensuite la traverse, et on serre les vis. Par ce moyen la piéce peut librement tourner dans ses coussinets; mais elle ne peut avoir aucun mouvement latéral.

A l'égard du couteau-masselotte, on introduit son support dans le trou pratiqué à l'extrémité *a'*, et on l'y fixe, au moyen d'un écrou qui le serre contre cette extrémité. Le levier, qui porte la lame, peut glisser sur ce support, pour que cette lame puisse être placée à l'endroit où l'on doit couper la asselotte, au moyen que ce support est fendu dans sa longueur; et l'on empêche que ce levier ne se dérange, par un écrou qui le fixe sur ce support. On concevra mieux ce mécanisme, lorsque nous aurons expliqué les figures qui représentent le couteau-masselotte de la forerie suivante.

*E*.

*E.* Support dans lequel on adapte le collet du bouton de la piéce. Ce support ne diffère de l'autre *D*, que parce que ses montants sont semblables, au lieu qu'un de ceux du support *D*, a une saillie pour recevoir le couteau-masselotte.

*F.* Foret. Sa figure est cylindrique, excepté à son extrémité, qui doit entrer dans le montant *n'* du chariot *abcd.* Pour cela, cette extrémité est formée par deux parties quarrées, dont la plus petite, qui est la plus avancée, a une fente. Le montant *n'* (figure 2, planche XL) a une boîte de la même figure, et elle est percée vers *n*, afin de faire passer cette petite partie : par ce moyen, le foret une fois logé dans cette boîte, et arrêté par la clavette *z*, qui entre dans la fente dont nous venons de parler, est fixé très-solidement dans ce montant, en sorte qu'on peut le regarder comme faisant partie du chariot.

*H.* Jumelles, sur lesquelles on fixe les supports *e'*, dans lésquels on adapte l'arbre de la roue *C.* Ces supports sont faits à-peu-près comme ceux *E* ou *D*, dont nous avons parlé.

*I.* Poutre sur laquelle on fixe les supports *E.*

*L.* Canon placé sur son banc. On conçoit, d'après ce que nous avons dit, qu'il est saisi par les coussinets des supports *E*, *D*, et que la roue *C* l'entraîne dans son mouvement de rotation, au moyen du manchon *m.*

*M.* Roue garnie de chevilles. On les saisit quand on veut la faire tourner, et c'est à une de ces chevilles *t* qu'on arrête l'extrémité de la corde *o.*

*NO.* Levier qui fait tourner la roue *M*, au moyen du contrepoids *p*, et de la corde *o*, fixée à ce levier, et adaptée autour de cette roue.

*P.* Traverse, sur laquelle on fixe le support *D.* Cette traverse peut glisser entre les poutres *R r*, afin de se prêter aux différentes longueurs des piéces. Pour cela, elle se termine, de chaque côté, par une languette (figure 2, planche XLI) qui entre dans une coulisse ou rainure pratiquée dans cette poutre.

*Q*. Poulie suspendue au plancher, autour de laquelle passe la corde *s*, fixée à l'extrémité *N* du levier *NO*, et qui est adaptée autour du treuil &'.

*R*. Poutre qui forme un des longs côtés de chaque banc. Sur le bord de cette poutre se trouve une plaque de fer *x* (figure 3, planche XL) laquelle sert à deux fins. C'est sur elle que roule un des côtés du chariot; et elle forme, avec la poutre *R*, une coulisse dans laquelle entre l'extrémité d'une traverse *y* de ce chariot, pour empêcher que le poids du foret ne lui fasse faire bascule.

*S*. Traverse supérieure du chariot *abcd*, sur laquelle sont adaptés les montants *n*, *n'*. (Voyez la figure 2, planche XL.)

*T*. Crémaillère qui appuye sur la roulette *g* du support *V* (figure 6, planche XLI), et sur un petit montant fixé à l'extrémité du banc. Elle est fixée au montant *n* du chariot, (figure 2, planche XL) de la même manière, à-peu-près, qu'on fixe dans le montant *n'*, l'extrémité du foret *F*.

*V*. Support garni d'une roulette *g*, (figure 5 et 6, pl. XLI) qui soutient la crémaillère *T*, et d'une lanterne *V'*, qui engrene cette crémaillère. L'arbre de cette lanterne est commun à la roue *M*; en sorte que celle-ci tournant, la lanterne tourne en même-temps, laquelle fait avancer ou reculer la crémaillère *T*, et par conséquent le chariot et le foret.

&'. Treuil qui sert à faire remonter le contre-poids *p* fixé au levier *NO*. On tourne ce treuil, en adaptant successivement une manivelle à une des extrémités de son essieu, au moyen du cliquet *f'*, qui empêche le treuil de tourner en sens contraire, et par conséquent donne le tems à l'ouvrier de retirer et de remettre la manivelle.

*abcd*. Chariot en fer qui porte le foret *F*. Il est formé par les deux barres *ab*, *cd*, dont chacune est garnie de deux roulettes en cuivre, et par deux autres barres transversales, dont celle *S*,

qui est dessus a, dans son milieu, les deux montants $n'$, $n$, où l'on adapte le foret $F$ et la crémaillère $T$.

De tout ce que nous venons de dire, on conçoit que la roue $B$, ayant reçu le mouvement de rotation, par un moteur quelconque, communique ce mouvement aux quatre roues $C$, et celles-ci aux piéces $L$. Les contre-poids $p$ agissant sur les leviers $NO$, font tourner les roues $M$ et les lanternes $V'$, lesquelles font avancer en-même-temps les crémaillères $T$, les chariots $abcd$, et les forets $F$; et lorsque ces contre-poids sont tellement descendus qu'ils n'agissent plus efficacement sur les forets, on les remonte par le moyen des treuils &'.

Cette machine peut servir de modèle pour en établir d'autres de ce genre, en se servant des moteurs, dont on peut disposer On sait qu'à Chaillot celui de cette machine est une pompe à feu de nouvelle construction, c'est-à-dire, à double injection. Le cylindre à vapeur a 16 pouces de diamètre : on estime ordinairement la force de la vapeur, comme équivalente à la pression d'une colonne d'eau de 18 pieds de hauteur (1), et l'effet de la machine est de forer deux piéces de douze et deux de huit, en bronze. Au moyen de ces données, il est facile de savoir qu'elle est la force qu'on employe dans cette machine, et de substituer à la pompe à feu, une roue à eau, un manége, etc.

Nous remarquerons encore, qu'afin de rendre la pression du foret dans la piéce constamment égale, il faudroit que l'extrémité $N$ du levier $NO$ fut garnie d'un arc de cercle, dont le point $l$ seroit le centre, de la même manière que cela a lieu à l'autre extrémité $O$ de ce levier. Dans ce cas, l'énergie du poids $p$ sur le levier seroit toujours égale, de même que la pression du foret dans la piéce.

(1) Cette quantité est le résultat de la force expansive de la vapeur de l'eau dans le cylindre de la pompe, déduction faite de celle de l'eau du condenseur, et des frottements de la machine.

## PLANCHES XLII , XLIII ET XLIV.

*Nouvelle Forerie horizontale sur bateau, établie sur la Seine à Paris.* (1)

### PLANCHE XLII.

F I G. 1.

Plan général du bateau et de la machine.

F I G. 2.

Coupe, sur la ligne 1, 1, de la partie supérieure des bancs de la machine, en face des bouches des pièces, en supposant que les canons ne sont pas montés sur les bancs.

F I G. 3.

Plan du couteau-masselotte, en le supposant posé horizontalement.

F I G. 4.

Élévation d'une partie du banc, sur laquelle est fixée la fourchette où l'on adapte le couteau-masselotte.

(1) Ce bateau étoit autrefois un moulin à bled : il y avoit une seule meule; et son diamètre étoit d'environ 5 pieds et $\frac{1}{2}$ On a transformé cette usine en forerie, d'une manière ingénieuse, en substituant aux meules et à leurs accessoires, les bancs à forer et tous les objets relatifs à sa nouvelle destination.

A ces renseignements nous en ajouterons quelques autres. La vitesse moyenne de la rivière est de 2 pieds et $\frac{1}{2}$ par seconde : la surface d'une aube est de 40 pieds quarrés; et son centre de figure (qui peut être considéré comme celui de gravité) est à 6 pieds et $\frac{1}{2}$ de distance du centre de la roue.

## PLANCHE XLIII.

### Fig. 1.

Coupe par le milieu du bateau, et élévation de la machine suivant sa longueur.

### Fig. 2 et 3.

Plan et élévation d'un chariot, où l'on adapte le foret pour percer un canon.

### Fig. 4 et 5.

Plan et élévation d'un semblable chariot pour des obus.

## PLANCHE XLIV.

### Fig. 1.

Coupe transversale du bateau, et élévation latérale d'une partie de la machine.

### Fig. 2.

Coupe de la partie supérieure des bancs, suivant la ligne 2, 2, en supposant que les canons ne sont pas placés sur ces bancs.

### Fig. 3.

Coupe semblable à la précédente, suivant la ligne 3, 3, en supposant qu'il n'y ait aucun obus placé sur son banc.

### Fig. 4.

Cette figure représente une coupe des bancs, faite sur une des lignes 4, 4.

F I G. 5.

Cette figure indique l'élévation des traverses, qu'on place avant la bouche des piéces.

F I G. 6.

Élévation du levier, de son contre-poids et de la roue à chevilles qui servent à faire avancer un chariot.

F I G. 7.

Coupe des bancs suivant la ligne 5, 5, en supposant qu'il y ait un chariot sur chaque banc.

F I G. 8.

Même coupe que la précédente, en supposant que ces chariots soient enlevés.

F I G. 9.

Élévation d'une partie des bancs, faite sur la ligne 6, 6.

*A*. Roues à aubes. Chacune de ces roues est composée de six aubes qui plongent en totalité dans la rivière, laquelle leur imprime la vîtesse convenable, au moyen d'un coursier auquel on donne l'inclinaison que l'on veut. Par là, ce coursier oblige à passer sous les roues la quantité d'eau que l'on juge nécessaire, laquelle étant reserrée s'élève et augmente de vîtesse.

*B*. Arbre des roues à aubes. Cet arbre appuie sur les côtés *a* du bateau; et afin de diminuer le frottement des parties qui se touchent, et de consolider celles de l'arbre, on garnit celles-ci de plusieurs bandes de fer *b*, *c*.

*C.* Grande roue fixée à cet arbre, dont la jante à un rebord de chaque côté.

*D.* Roue dentée verticale, fixée à ce même arbre.

*E.* Lanterne verticale qui engrene la roue précédente. Elle a, dans sa partie supérieure, des dents qui engrenent les lanternes *F.*

*F*, *G.* Lanternes qui ont le même arbre (1).

*H.* Roues dentées qui engrenent la lanterne *G.* A l'arbre de chacune de ces roues, l'on adapte la tige de la piéce, comme cela se pratique à Chaillot.

*I.* Piéces posées sur leurs bancs. La longueur du bateau ne permet pas qu'il y ait des canons de chaque côté de la machine. D'un côté, on perce des canons, et de l'autre, des obus.

*K.* Levier, dont le centre de mouvement est dans l'axe du boulon *k*, fixé dans la piéce de bois *L.* Ce levier est suspendu par la corde *f*, qui passe autour de la poulie *g*, fixée au levier, laquelle corde est fixée au crochet *h*, et autour de l'arbre *i* du treuil *M.* En déroulant cette corde, le levier *K*, ordinairement chargé d'un contre-poids vers *g*, descend, et entraîne avec lui la tringle *e*, laquelle tend le cerceau (ou frein) *d* contre la jante de la roue *C.* Le frottement qui en résulte suffit pour arrêter la machine, malgré que la Seine continue à frapper les aubes des roues *A*; et lorsqu'on veut que la machine agisse, on relève l'extrémité, du levier *K.*

*L.* Piéce de bois très-solide, où l'on arrête l'extrémité du cerceau (ou frein) *d.*

*M.* Treuil qui sert à monter ou descendre le levier *K*, quand

(1) Les dents de la roue *E*, de même que les alluchons de la lanterne *F*, tendent également au point qui est l'intersection des axes de cette roue et de cette lanterne. C'est ainsi qu'il faut faire l'engrenage d'une roue et d'une lanterne, même en bois, toutes les fois que les dents de la roue sont perpendiculaires à son axe, et l'on auroit dû construire, selon cette méthode, l'engrenage de la roue *C* et de la lanterne *D*, dans la machine représentée dans les pl. XXXVI et XXXVII.

on veut que la machine agisse, ou s'arrête. Ordinairement, dans tous les moulins à eau et à vent, où l'on emploie ce mécanisme, un seul homme suffit pour cette manœuvre. On proportionne donc tellement les dimensions du treuil, qu'un seul ouvrier, pesant sur la corde *l*, élève suffisamment le levier *K*, pour que la machine agisse : dès-lors, il accroche la corde *l* à un endroit quelconque du moulin; et lorsque cet ouvrier veut arrêter la machine, il décroche cette corde.

*N*. Longs côtés de chaque banc.

*O*. Chariot auquel on adapte le foret *o*. Les chariots pour les canons diffèrent très-peu de ceux pour les obus. Chacun d'eux est formé par un chassis garni de quatre roulettes, et par un montant *y*, dans lequel il y a deux douilles carrées; l'une *a'*, pardevant et supérieure, pour recevoir le foret *o*; l'autre *b'*, par derrière et inférieure, pour recevoir la crémaillère *n*. Ces douilles, en outre, sont percées, pour faire passer, de chaque côté du montant *y*, les petits bouts *n'*, *o'*, qui ont des fentes, dans lesquelles on introduit des clavettes. Par ce moyen, ni le foret, ni la crémaillère, ne peuvent s'écarter du foret.

*P*. Lanterne qui engrène la crémaillère *n*, pour faire avancer ou reculer le chariot *O*.

*Q*. Roue à chevilles, dont l'arbre est commun à la lanterne *P*. Ainsi, la roue tournant, la lanterne tourne en même-temps (1).

*R*. Traverse qui appuie sur les côtés *N* du banc. On la place devant la bouche d'une piéce, afin d'empêcher que le foret ne *broute* quand il commence à agir. Le foret n'appuie point sur cette traverse; mais sur deux coins adaptés sur elle; et lorsque le foret est suffisamment introduit dans la piéce, on ôte ces coins. Cette traverse, utile dans toutes les machines de ce genre, est nécessaire

(1) Les supports de cette roue ne sont pas fixés à demeure sur le banc : on peut les placer où on le juge convenable; et l'avantage de ceci est qu'il n'est pas nécessaire de donner à la cremaillere ou au foret une longueur extraordinaire, lorsqu'il faut percer une petite piéce.

dans

dans celle-ci, pour remédier au défaut de stabilité du chariot, produite par le peu de longueur des branches de son chassis.

*S*. Traverse qui termine les bancs, suivant leur largeur.

*TV*. Levier, dont le centre de mouvement est dans l'axe du boulon fixé dans le montant *s*. Il sert à faire tourner la roue *Q*, au moyen du contre-poids *z*, afin de faire avancer le chariot *O*, et avec lui le foret, de même que cela a lieu dans la forerie de Chaillot. La disposition du bateau a exigé qu'il y eut une ou deux poulies de renvoi *d'* pour remonter le contre-poids *z*.

D'un côté de la machine, on a marqué par des lignes ponctuées, ce levier, son contre-poids et les cordes, pour ne pas cacher le treuil *M*.

*X*. Traverse, sur laquelle l'on fixe les quatre montants, qui servent à porter la roue *Q* et la lanterne *P*. L'on adapte aussi sur cette traverse un petit montant sous la lanterne *P*, pour soutenir la cremaillère *N*.

*Y*. Traverse semblable à la précédente, sur laquelle est le support, où l'on adapte le collet du bouton de la pièce.

*Z*. Troisième traverse, sur laquelle l'on fixe le support, où l'on adapte le collet de la tulipe du canon, d'un côté de la machine, ou la volée de l'obus, de l'autre. Cette traverse peut glisser entre les côtés *N* du banc.

*A'* Treuil qui sert à remonter le contre-poids *z* du levier *TV*.

*C'*. Supports des roues dentées *H*.

*D'*. Supports des collets des boutons des pièces.

*E'*. Autres supports des collets des tulipes des canons.

*F'*. Supports des volées des obus.

*G'*. Supports, où l'on adapte l'arbre de la roue *Q* et de la lanterne *P*.

Il nous reste maintenant à parler du couteau-masselotte.

Sur le côté *N* des bancs qui est dans le milieu, et vis-à-vis les tranches des bouches des pièces, sont placés les deux montants *s*. (Figure 2, 3 et 4, planche XLII.) Ces montants sont percés

dans leur partie supérieure, ainsi que la fourchette *u*. On place cette fourchette entre les montants *s*, et le boulon *x* l'y retient, en lui permettant cependant de s'avancer vers l'un ou l'autre montant, afin que la lame *i* agisse exactement à l'endroit convenable; et on empêche la fourchette de se mouvoir, par des coins que l'on introduit entre elle et les montants. La lame *i* entre dans la fente pratiquée dans le levier *r*, et elle y est retenue par un coin de fer qu'on introduit avec force. Le contre-poids *z* donne à la lame *i* la pression dont elle a besoin; mais comme il pourroit arriver quelquefois que ce contre-poids brisât, par sa chûte, le levier *r* et la lame *i*, si celle-ci rencontroit une soufflure sensible dans le métal, on empêche cette chûte, au moyen d'une tringle de fer verticale, qui appuye sur le banc, dans une crapaudine où elle peut tourner, et la partie supérieure qui est filtée, tourne dans un écrou adapté au levier *r*. Enfin, ce mécanisme exige l'emploi d'un homme qui fasse tourner de temps-en-temps cette tringle (1); et le systême général de ce couteau ne peut convenir qu'à des foreries où les piéces sont toujours du même calibre, à la différence du couteau-masselotte de Chaillot, qui, étant adapté au support de la tulipe, peut servir aux piéces de tous les calibres.

En général cette forerie est une imitation de celle de Chaillot; mais cette imitation a exigé de l'intelligence, car on a tiré le plus grand parti possible d'une usine qui avoit auparavant une destination très-différente. Maintenant, elle perce souvent quatre piéces à la fois, qui sont, pour l'ordinaire, deux canons de huit et deux obus de six pouces; mais elle ne peut alézer que trois piéces à la fois.

Pour la facilité du transport des piéces, on a établi sur le quai un échaffaud garni d'un treuil. On y amène les piéces, au moyen

(1) Les couteaux-masselottes de la forerie de Chaillot sont soutenus par des tringles semblables.

de ce treuil, qui sert aussi pour les descendre sur un petit pont placé, sur le rivage, et qui s'avance dans la rivière. La piéce est reçue sur un petit chariot qu'on amène ensuite de ce pont, sur un échaffaud etabli sur un petit bateau, et lorsque ce petit bateau est contre le grand, on pousse le chariot qui amène la piéce dans la forerie. Enfin, on la place sur son banc, par le moyen d'un treuil et de poulies mouflées.

## PLANCHE XLV.

*Forets et alézoirs pour les canons et les obus.*

FIG. 1.

Plan d'un foret pris parallélement à son axe, et à sa première lame *B b*.

FIG. 2.

Plan semblable au précédent, mais pris parallélement à la seconde lame *Cc*, ou en supposant que le foret ait décrit un quart de révolution.

FIG. 3.

Élévation de ce foret du côté de ses lames.

Ce foret est formé par les trois lames *Bb*, *Cc*, *C' c'*. La première *B b*, en *langue de carpe*, fait partie de la tige du foret: son sommet *S* est dans le prolongement de l'axe de cette tige, et c'est ce même sommet qui doit parcourir l'axe de la piéce. La seconde lame *C c*, ainsi que la troisième *C' c'*, sont de figure rectangulaire: elles entrent dans des mortaises pratiquées dans la tige du foret, et elles agrandissent successivement le trou formé par la première lame *B b*.

Pour cela, chaque extrémité de ces lames doit se terminer en

biseau, pour qu'elle enlève une partie du métal, soit en avant, soit latéralement. Ces biseaux forment des plans parallèles entre eux, à l'égard des lames *Cc, C' c'*; et ces mêmes biseaux se croiseroient, s'ils étoient prolongés, à l'égard des lames *b S, S B*. Ainsi, il est facile de concevoir que lorsque l'on retire le foret, après avoir parcouru la longueur de l'ame, moins deux lignes à-peu-près, les parties qui composent l'ame de la piéce, en commençant par la culasse, sont un trou conique formé par la lame *Bb*, un redent cylindrique formé par la lame *Cc*, et un long cylindre formé par le mouvement de translation de la lame *C'c'*. Enfin la longueur de cette dernière lame est moindre d'environ deux lignes du calibre que la piéce doit avoir.

FIG. 4, 5 et 6.

Plans et élévations de la piéce de fond, semblables à ceux du foret, représenté dans les figures précédentes.

La lame *t u s x z* a la même longueur que la lame *C' c'* du foret. Elle entre dans une entaille pratiquée à l'extrémité antérieure de la tige; et s'y fixe, au moyen d'un boulon à clavette *y*. Elle est à double biseau; mais de manière qu'en partant du point *s*, le biseau de la partie *s x z* est dans un sens, et celui de la partie *s u t* dans un autre; et ces biseaux deviennent parallèles, dès qu'ils quittent les parties arrondies vers *u* et *x*. Ces deux parties se terminent en s'arrondissant, afin de donner au fond de l'ame la figure qui lui est propre.

Le but de cet outil est de détruire le redent formé par la lame *C c* du foret, et le trou conique formé par la lame *B b*; et dès que le point *s* de cet outil est parvenu au sommet de ce trou conique correspondant au point *S* de la lame *B b* du foret, on retire cet outil.

FIG. 7, 8 et 9.

Plan et élévation de l'alezoir.

Cet outil est un cylindre dont on a ôté une partie pour y

adapter la lame $PaK$, au moyen des deux vis $V$. Cette lame se termine en biseau, et ordinairement elle déborde très-peu la partie cylindrique ; mais elle peut la déborder davantage, en introduisant des petites calles en fer, entre la lame et le côté droit de l'outil. Pour cela, les trous de la lame, à travers lesquels passent les vis $V$, sont un peu longs, et c'est par leur pression que ces vis serrent cette lame contre l'outil. Enfin, la distance du bord de cette lame à l'axe de l'outil, est précisément la moitié du calibre que doit avoir la pièce, lequel, comme nous l'avons remarqué, est plus grand que la longueur de la lame $C'c'$ du foret, de deux lignes à-peu-près.

FIG. 10, 11 et 12.

Plans et élévation du second foret pour les obus.

L'ame d'un obus est composée de trois différentes parties. La première, du côté de la bouche est un grand cylindre ; la troisième, vers la culasse, est un petit cylindre ; et la seconde, au milieu, est une partie d'une sphère qui réunit les deux cylindres. En conséquence, pour forer un obus, il faut des outils de grandeur et de forme différentes.

On se sert d'un foret ordinaire pour percer l'obus jusqu'au fond du petit cylindre ; mais, comme ce foret ne fait qu'ébaucher cette partie de l'ame, il faut qu'il ne parvienne pas tout-à-fait jusqu'au fond, et que le trou qu'il fait soit un peu moins large que le calibre de cette partie de l'ame.

Après cela, on introduit dans l'obus le foret $tQz$. La partie cylyndrique $Q$ qui entre exactement dans le trou fait par le foret précédent, sert de guide et d'appui à la lame $tuxz$, dont les parties qui sont dans la direction $ux$ enlèvent le métal, et les autres $ut$, $xz$ égalisent intérieurement la surface de l'ame. C'est pourquoi, les biseaux de cette lame doivent être faits, comme ceux de la lame $tuyz$ de la piéce de fond. Cependant, cet outil d'obus

ne sert qu'à ébaucher la première partie de l'ame, ou le grand cylindre, et l'on arrête sa course, dès que l'on juge que les points *u*, *x*, sont éloignés de deux lignes seulement de l'endroit où doit commencer la partie sphérique.

F I G. 13, 14 et 15.

Plans et élévation du troisième foret pour les obus.

Ce foret est uniquement destiné à ébaucher la partie sphérique de l'ame. Pour cela, la lame *t u x z* est faite en demi cercle : elle entre dans une entaille faite dans l'outil; ses biseaux sont en sens contraire; et elle est guidée par la partie cilindrique *Q*, qui entre dans le trou formé par le premier foret.

Tout ceci étant fait, l'ame de l'obus est entièrement ébauchée; elle est moindre par tout, que le calibre qu'elle doit avoir, d'une ligne et demie à deux lignes. Ce sont deux alézoirs qui doivent enlever cette quantité. Le premier est un alézoir ordinaire, comme celui représenté par les figures 7, 8 et 9 : il sert à achever le petit cilyndre, et on l'introduit le premier, pour qu'en entrant dans la pièce, il ne gâte point les autres parties de l'ame; ce qui arriveroit quelquefois, si elles étoient alézées auparavant. Le second alézoir est celui dont nous allons parler.

F I G. 16, 17 et 18.

Plans et élévation du second alézoir pour les obus.

Cet alézoir est semblable à celui que nous venons de citer, excepté qu'il est terminé en demi sphére. Une seule lame *o S d* y est adaptée avec des vis *V*; elle a un seul biseau : sa partie en ligne droite achève le grand cylindre, et la partie circulaire achève le partie sphérique.

Dans cette planche, l'on n'a pas exprimé les tiges des forêts dans toute leur longueur. Elles sont censées coupées aux endroits *D* des premières figures, et plus près des lames dans les dernières. Les

tiges peuvent être à pans ou rondes ; ordinairement elles sont rondes, parce qu'il est plus facile de les faire ainsi à la forge. On se dispense aussi de leur donner des embases saillantes *A*. En faisant l'extrémité *B'* plus petites qu'à la tige, il en résulte une embase suffisante, qu'on adapte contre le montant du chariot, en même temps que l'extrémité *B'*, entre dans une boîte pratiquée dans ce montant, et une cheville qu'on introduit dans la mortaise *E*, extérieurement à ce montant, ou qui le traverse, suffit pour fixer le foret au chariot.

Nous avons remarqué quelles étoient les lames qui avoient un seul biseau, et quelles étoient celles qui en avoient deux. En général, on peut établir, comme principe, qu'une seule lame qui ne dépasse pas l'axe du foret, n'a besoin que d'un seul biseau ; mais il lui en faut deux, si elle le dépasse ; et ces biseaux sont parallèles, si la lame coupe dans une direction parallèle à l'axe : ils font des angles en sens contraire, dès que ces biseaux doivent agir dans une direction perpendiculaire ou oblique à l'axe. Voilà pourquoi les biseaux des parties *t u*, *x z*, (fig. 4, 5 et 6) sont parallèles, et leurs directions tendent à se croiser depuis les points, où la lame commence à s'arrondir ; en sorte, qu'en voyant cette lame de profil, ses côtés *t u*, *x z*, qui sont parallèles, semblent se croiser, quoique, dans chaque moitié de cette lame, le biseau ne change pas de direction.

Quelquefois pour forer les obus d'un gros calibre, l'on n'a pas tous les outils qui lui sont relatifs. On peut s'en passer, en suivant la méthode que nous allons expliquer.

Supposons qu'on veuille forer un obus de huit pouces, et qu'on n'ait que les outils pour le forage de ceux de six. Après avoir percé à ce calibre l'obus en question, on substitue une lame, de huit pouces, à-peu-près, à celle *tuxz* (fig. 10, 11 et 12) ; et l'on adapte à la partie *Q* une bague, d'environ six pouces de diamètre, laquelle s'y fixe, au moyen d'un bouton qui traverse cette partie *Q*. Cette bague soutient le foret ; et la lame qui est près de la bague, aggrandit l'ame de l'obus.

On agit de la même manière à l'égard du foret *tuxz* (fig. 13, 14 et 15), excepté qu'on ne lui adapte point de bague. La partie cilindrique *Q*, qui entre exactement dans le petit cilindre formé par le premier foret, sert de guide et de soutien à la lame qu'on substitue à cel'e *tuxz*.

Quant à l'alézoir qui doit achever le grand cilindre et la partie sphérique, il faut qu'il soit du calibre que la piéce doit avoir. Comme il a à vaincre une grande résistance, sa lame ne doit pas beaucoup dépasser la partie cilindrique qui termine cet outil.

## FIG. 5 DE LA PLANCHE 15.

### *Chariot-treuil pour le service des foreries.*

Dans les foreries, on a besoin d'avoir une machine, au moyen de laquelle on puisse placer les canons sur leurs bancs, et les en retirer après avoir été forés. Une grue, quelques treuils, peuvent souvent remplir ce but, sur-tout dans les petites foreries; mais, lorsqu'elles sont composées de plusieurs bancs accouplés, un chariot, du genre de celui que nous allons décrire, est à préférer.

*a*. Poutre fixée dans les murs de l'atelier, à une hauteur convenable et dans une direction parallèle à la longueur des bancs, pour diminuer quelquefois la trop grande portée des jumelles *b*; car, lorsque cette portée est proportionnée à la force des jumelles, on n'a pas besoin de ces poutres *a*. En tout cas, elles doivent être placées de manière à ne point gêner le service du chariot.

*b*. Poutrelles, ou jumelles fixées dans les murs de l'atelier, et quelquefois aussi sur les poutres *a*. Leur direction est perpendiculaire à la longueur des bancs.

*c*. Rouleaux qui portent le chariot. Ils appuyent sur les poutrelles *b*, sur les quelles ils peuvent se mouvoir. Ces rouleaux sont adaptés au même essieu : il y en a deux autres derrière ceux-ci; en sorte que le chariot est porté par quatre rouleaux.

*d*. Traverses

*d.* Traverses fixées aux essieux des rouleaux, sur lesquelles on adapte les parties supérieures du chariot.

*e.* Un des deux chassis adapté sur les traverses *d.*

*f.* Roue à chevilles, faisant partie du treuil *f g h i k*, lequel sert pour monter et descendre les pièces.

*g.* Arbre de la roue *f.*

*h.* Pignon fixé à cet arbre.

*i.* Roue dentée qui engrène le pignon *h.*

*k.* Arbre en bois, autour duquel s'enroule la corde *o.* Dans cet arbre, on introduit celui en fer de la roue *i.*

*l.* Poulie mouflée fixée à la corde *o*, et garnie d'un crochet *p.* C'est ce crochet qui saisit la corde adaptée aux anses ou aux tourillons de la pièce, et qui sert à l'élever. Cependant, si la pièce étoit d'un gros calibre, et qu'on ne voulût pas appliquer une force plus considérable à la roue *f*, on pourroit fixer la poulie à quelque endroit du chariot. La corde *o*, passant par les différents rouets de ces poulies, comme on le voit à peu-près dans la grue représentée dans cette Planche *fig.* 2, augmenteroit d'autant l'énergie de la force appliquée à la roue *f*, qu'il y auroit de rouets, ou de tours de corde à la poulie mouflée inférieure.

*m.* Treuil, plus simple que le précédent, qui sert pour faire avancer ou reculer le chariot sur les jumelles *b.* A l'arbre de ce treuil on adapte une corde, dont chaque extrémité se termine avec une boucle, pour pouvoir être adaptée à un crochet fixé à un endroit convenable, afin de transporter le chariot, là où on le juge à propos.

*o.* Corde fixée à l'arbre *k* et à la poulie *l.*

*p.* crochet appartenant à cette poulie.

*q.* Galerie, de laquelle on parvient à deux petits échafauds placés latéralement aux jumelles *b*, pour exécuter les manœuvres nécessaires.

*t.* Plaques de fer fixées à l'arbre des rouleaux *c*, afin que le chariot soit assujéti entre les jumelles *b.*

De tout ceci il résulte que le mouvement de ce chariot est

A a

horizontal et transversalement aux bancs ; que le treuil *m* lui communique ce mouvement ; et que le treuil *fi* sert à élever et à baisser les piéces. Cependant, on concevra plus facilement l'usage de cette machine par la description de la manœuvre suivante.

Supposons qu'on veuille poser, sur son banc, une piéce qui a été amenée dans l'atelier sur des rouleaux, et près des bancs. On tourne le treuil *m* pour amener le chariot au-dessus de la piéce ; le crochet *p* la saisit ; on tourne le treuil *fi*, jusqu'à ce qu'on l'ait élevée au-dessus des bancs ; on tourne de nouveau le treuil *m*, jusqu'à ce que la piéce soit au-dessus de son banc ; et enfin on l'y place, en tournant encore une fois le treuil *fi*, mais en sens contraire.

On voit, par cette description, que la piéce doit rester suspendue pendant quelque temps. Il est donc convenable qu'il y ait un cliquet adapté au treuil *fi*, afin que les ouvriers appliqués à ce treuil puissent le quitter et agir sur l'autre treuil *m* (1).

Enfin, nous observerons que, dans quelques fonderies, on fait usage d'un chariot de ce genre pour poser les moules dans les fosses, et pour les en retirer ; mais les grues sont, pour cet objet, d'un service plus expéditif.

## PLANCHES XLVI ET XLVII.

### *FORERIE ADAPTÉE A UNE FORGE.*

### PLANCHE XLVI.

FIG. 1 et 2.

Plan et coupe de l'atelier, dans lequel on voit les machines relatives à une forge, dont le moteur est l'eau.

---

(1) Voyez, à l'égard de ce cliquet, ce que nous en avons dit au sujet des grues, page 138.

## PLANCHE XLVII.

### Fig. 1 et 2.

Plan et coupe de ce même atelier, dans lequel on voit les changemens qui transforment cette forge en forerie.

*A*. Courant d'eau, caché par le dessus d'un petit pont.
*B*. Roue à aubes qui tourne par le moyen de ce courant.
*C*. Arbre de cette roue qui soulevoit alternativement le martinet, et auquel on a adapté un canon.
*D*. Autre courant d'eau.
*E*. Roue à godets que ce courant fait mouvoir.
*F*. Lanterne fixée à l'arbre de cette roue.
*G*. Roue dentée qui engrène cette lanterne.
*H*. Arbre de cette roue qui servoit à presser les soufflets, et auxquels on a adapté un autre canon.
*L*. Banc à forer, selon la méthode employée à Chaillot.
*M*. Autre banc à forer, selon la méthode employée autrefois à Couvin.

En examinant l'une de ces deux planches, on apperçoit qu'il n'y a aucun engrenage pour soulever le martinet, tandis qu'il y en a un pour presser les soufflets. La raison de cette différence est que les coups du martinet doivent être fréquens, tandis que les soufflets doivent se vider lentement. A moins donc qu'on ne change les dimensions de ces machines, ou qu'on puisse sensiblement modifier les vîtesses des roues à aubes et à godets, en réglant les quantités d'eau qui les frappent, il est indispensable d'adapter à l'arbre *C* un canon d'un petit calibre, et à l'arbre *H* un canon d'un calibre plus grand, afin que leurs vîtesses soient celles qui leur convient.

# PLANCHE XLVIII.

## *TOUR, POUR LES PIÉCES EN BRONZE.*

FIG. 1.

Plan du tour et de la roue.

FIG. 2.

Élévation du tour, suivant sa longueur, et de la roue, suivant sa largeur.

FIG. 3.

Coupe transversale du tour et longitudinale de la roue.

FIG. 4.

Plan de la clef qui sert à faire tourner la vis *K*. ( fig. précédentes. )

FIG. 5.

Plan de la poulie *P* (fig. première), fait sur une échelle double.

*A*. Plate-forme, ordinairement fixée dans le terrein.

*B*. Poupées, ou montants garnis des pointes *y*, entre lesquelles on adapte la piéce. Chacune de ces poupées est terminée, à sa partie inférieure, par un tenon qui se loge entre les jumelles *C*, et ce tenon est percé d'une fente, dans laquelle on introduit un coin de bois, qui sert à serrer la poupée sur les jumelles.

*C*. Jumelles, fixées sur les traverses *D*, au moyen des boulons *b*. Elles ont intérieurement une coulisse *c* de chaque côté, pour y recevoir les tenons des poupées *B*. Par-là, ces poupées peuvent glisser sur les jumelles.

*D*. Traverses qui entrent dans des entailles pratiquées dans la

plate-forme *A*, et sur laquelle elles sont fixées, au moyen de frettes de fer.

*K*. Vis, dont la tête peut tourner dans une bague fixée au plancher, et dont la partie garnie de filet tourne dans un écrou fixé au chassis *S*. L'extrémité de cette tête se termine quarrément, pour qu'on puisse la saisir et la faire tourner au moyen de la clef *x*. L'objet de cette vis est de faire tellement avancer ou reculer le chassis *S*, et par conséquent la roue *R*, que la corde *e* ait la tension convenable.

*M*. Double manivelle de la roue. Le peu d'espace de la figure n'a pas permis d'y représenter les poignées dans toute leur longueur.

*P*. Poulie de la roue, ayant une grande gorge, dans laquelle se trouvent plusieurs vis, qui ne surmontent point le milieu de la gorge. Cette poulie sert pour recevoir la corde *e*; on la fixe sur la piéce, au moyen des vis de pression, dans l'endroit que l'on juge à propos.

*R*. Roue du tour. Elle a une gorge, autour de sa jante, de même que la poulie *P*, afin de recevoir la corde *e*. Cette corde se croise avant de passer autour de la poulie, pour embrasser une plus grande partie de celle-ci.

*S*. Chassis, sur lesquels sont fixés les montans de la roue *R*. Ce chassis est retenu latéralement par quatre équerres de fer fixées sur le plancher, ensorte qu'il peut seulement s'approcher ou s'écarter de la piéce et autant qu'on le veut, au moyen de la vis *K*.

*T*. Support en fer, sur lequel on appuie l'outil, dont on se sert pour tourner la piéce. Ce support est composé d'un montant qu'on fixe sur une large plaque qui, d'un côté, se termine en fourchette, dans laquelle on adapte la vis *E*, garnie d'un écrou à sa partie supérieure qui s'adapte sur la plaque, et d'une traverse *d*, à sa partie inférieure, qui s'adapte sous les jumelles *C*. Par ce moyen, on peut transporter ce support à l'endroit que l'on veut, et on l'y fixe en serrant la vis *E*.

Ainsi, lorsqu'on veut poser une piéce sur le tour, on passe au-

tour d'elle la poulie *P* ; on l'y fixe en serrant les vis de pression ; on adapte la corde *e* dans sa gorge ; on introduit un tampon de bois dans la bouche de la piéce ; on adapte celle-ci entre les pointes *y*, en faisant avancer les poupées, et on les serre sur les jumelles, en chassant les coins qui se trouvent à l'extrémité de leurs tenons. Après cela, si on veut tourner cette piéce, on place le support *T* à l'endroit que l'on veut ; on l'y fixe, en serrant la vis *E* ; on tend convenablement la corde *e*, en tournant la vis *K* ; et on fait tourner la roüe *S*. La piéce étant tournée dans toute sa longueur, à l'exception de l'endroit en dedans de la poulie ; on place celle-ci dans un autre endroit, ayant la précaution d'adapter de petites calles de bois entre les vis et la piéce, et l'on acheve la partie qui étoit cachée par la poulie.

# PLANCHE XLIX.

## *OUTILS DE TOUR.*

Cette planche contient les plans, de grandeur naturelle, des outils du tour, représenté dans la planche précédente, et exprimés dans deux sens perpendiculaires entre eux. Ces outils se distinguent en deux classes. Celle des *crochets* qui servent à ébaucher en général toutes les parties, et à finir celles qui sont creuses. La seconde classe de ces outils est celle des *planes*, qui servent pour finir les parties droites et bombées. Chacune de ces classes se subdivise ensuite en plusieurs autres qui varient entre elles, soit par la grandeur des outils, soit par la forme.

### Fig. 1.

Plans d'un crochet à *pointe ronde*.

### Fig. 2.

Plans d'un crochet à *grain d'orge*.

F I G. 3.

Plans d'une petite plane.

F I G. 4.

Plans d'une grande plane.

Les planes se ressemblent d'avantage que les crochets ; elles ne diffèrent ordinairement que par leur grandeur.

Les dents que l'on voit à chacun de ces outils servent pour donner à ceux-ci un point d'appui sur le support *T* du tour ( planche précédente ) sans quoi ils broutteroient souvent et l'ouvrage seroit mal fait. Ces outils doivent être construits en très-bon acier, afin qu'ils puissent servir pendant longtemps. Ils sont fixés à des manches de bois suffisamment longs pour pouvoir être saisis par les deux mains à la fois. Ces manches sont censés coupés au bas de la planche.

## PLANCHE L ET LI.

### *NOUVELLE MACHINE, POUR TOURNER LES TOURILLONS DES PIÉCES EN BRONZE.*

On sait que pour donner aux tourillons des pièces en bronze la forme cylindrique qui leur est nécessaire, on se sert ordinairement de la lime, car il seroit très-difficile de les tourner, comme les autres parties extérieures des piéces, en les adaptant entre les pointes d'un tour. La machine, dont nous allons de parler, a été imaginée dans le but de donner à ces tourillons la figure cylindrique avec plus de promptitude et de précision qu'on ne l'obtient par la méthode ordinaire.

## PLANCHE L.

### Fig. 1.

Plan d'une partie de la machine à vue d'oiseau dans lequel on a indiqué en lignes ponctuées une partie d'un des appareils, où l'on adapte les lames qui doivent tourner les tourillons.

### Fig. 2.

Elévation de la machine, parallèlement à l'axe de la pièce, derrière laquelle on voit un de ces appareils.

## PLANCHE LI.

### Fig. 1.

Cette figure représente le plan d'une partie de la machine, dans lequel on voit un de ces mêmes appareils, pris par dessus; dans l'autre, le bras *c*, et les pièces *f*, *D* sont censées être coupées.

### Fig. 2.

Cette figure indique la coupe de la machine, prise perpendiculairement à l'axe du canon; ce canon est coupé devant les tourillons; un des bancs *B*, est coupé le long de l'arbre *C*, et l'autre est vu extérieurement.

### Fig. 3.

Elévation du moulinet, représenté en coupe dans la figure précédente.

### Fig. 4 et 5.

Plans d'une partie de l'appareil, où l'on adapte les lames qui doivent

doivent arrondir le tourillon. Dans le premier de ces plans, cet appareil est coupé suivant la direction de l'arbre *C*; dans l'autre plan, ce même appareil est vu par-dessus.

F I G. 6.

Elévation de l'outil *D*, (figures précédentes) vu en face du moulinet.

F I G. 7.

Elévation de l'arbre *C*, (figure 2) vu du côté de la poulie *d*.

Les figures 4, 5, 6 et 7 sont faites sur une échelle double de celle des autres.

*A*. Supports, sur lesquels on pose la piéce. Chacun d'eux est formé par deux poteaux solidement fixés dans le terrein, lesquels se croisent, sont un peu échancrés, et ont un tasseau *a* dans leur milieu. Ce tasseau est creux, pour que la piéce puisse s'y adapter facilement, et le collier *b* est destiné à empêcher qu'elle ne se dérange pendant qu'on tourne les tourillons.

*B*. Bancs. Chacun de ces bancs est composé de deux poteaux, fixés dans le terrein, d'une manière solide, et par une traverse qui les lie dans leur partie supérieure. Ces poteaux sont creusés et sont garnis de petites boîtes de fer *c*, dans lesquelles on introduit l'arbre *C*, pour qu'il n'ait que les mouvement horizontal et de rotation.

*C*. Arbre en fer. D'un côté il se termine par une poulie *d*, et de l'autre, par une vis garnie de son embase.

*D*. Outil, auquel on adapte les lames. La partie *f*, qui s'ajuste avec l'arbre, est carrée extérieurement, et taraudée intérieurement. L'autre partie a quatre ouvertures latérales; elle est creusée intérieurement, pour y recevoir le tourillon et ses embases; elle se termine par un double plan incliné; et c'est derrière les sommets de ces plans qu'on adapte les lames faites en forme d'équerre,

pour qu'elles servent en même-temps à tourner les tourillons et leurs embases.

*E.* Moulinet qui s'adapte dans la partie carrée *f* de l'outil *D*, et qui sert à tourner l'appareil.

*F.* Poids destiné à pousser constamment tout l'appareil contre la pièce.

On conçoit donc que, pour faire usage de cette machine, il faut placer la piéce sur les supports *A*; s'assurer, avec une double équerre, (comme celle représentée dans la fig. 5, pl. LVIII,) si l'axe de ses tourillons est de niveau; et tourner les moulinets *E*, lesquels avanceront avec les appareils, par l'effort des poids *F.*

L'outil étant parvenu à la plus grande largeur *i i* du renfort, on doit cesser d'agir sur la machine, et achever à la lime la partie qui reste des embases. En général, les embases ont une largeur si peu considérable, et il est si peu essentiel qu'elles soient exactement ronde, qu'il vaudroit mieux les achever entiérement à la lime, et supprimer, par ce moyen, l'évasement de l'outil.

L'expérience n'a pas encore prouvé si cette machine, remplissant le but proposé, n'auroit point quelques inconvénients dans la pratique. Malgré cela, nous pensons qu'elle est susceptible d'être simplifiée, et peut-être aussi d'être perfectionnée.

## PLANCHES LII, LIII, LIV ET LV.

### *FORAGES DES LUMIÈRES* (1).

### PLANCHE LII.

*Haut de la planche.*

Cette partie comprend tous les développements nécessaires à

(1) Voyez le chapitre quatrième de la deuxième partie

l'intelligence de la machine, dont on fait usage ordinairement pour percer les lumières.

F i g. 1.

Cette figure représente la perspective d'un canon posé sur les supports *C*, et du chariot à bascule *H*.

F i g. 2, et 3.

Perspectives du coin *t* ( fig. précédente). Dans la première, ce coin est vu par-derrière: dans la seconde, il est vu par-devant; et ces perspectives sont faites sur une échelle plus grande que celle de la fig. précédente.

F i g. 4.

Elévation du chariot à bascule, suivant sa longueur. On y voit, en lignes ponctuées une partie de la bascule B qui pousse le coin *t*.

F i g. 5.

Elévation de ce chariot, vu par-derrière, dans laquelle on n'a pas exprimé le contre-poids *P* ( figure précédente ), suspendu à la bascule.

F i g. 6.

Elévation de ce même chariot, vu par-devant, dans laquelle on n'a indiqué, ni le coin, ni la bascule.

Les supports *C* sont solidement fixés dans le terrein: ils sont creusés, et n'ont point de colliers qui serrent la pièce par-dessus, son poids suffisant pour qu'elle reste dans la position qui lui convient. Cette position doit être telle que l'axe des tourillons soit verticale. Pour cela, on dispose la pièce de manière que son axe soit horisontal, au moyen d'une équerre qu'on adapte sur une règle, dont une partie appuye dans le fond de l'ame de la pièce.

Puis, on tourne la pièce de manière que l'axe des tourillons soi perpendiculaire à celui de la pièce, c'est-à-dire qu'il soit vertical, ce dont on s'assure au moyen d'une donble équerre, représentée par la figure 6 de la planche suivante.

Le chariot *H* a deux seules roulettes *c*, afin que sa partie antérieure *h*, appuyant sur la traverse *b*, il soit moins susceptible de se déranger. Quelquefois on met plusieurs de ces traverses sous cette même partie *h*, et sous les rouleaux *c*, afin d'élever le charriot, et que le foret soit en même-temps horisontal et dans une direction coincidente avec l'axe de la piéce.

Sur les montants de ce chariot, on adapte l'arbre de la bascule *B*, dont une extrémité pousse le coin *t*, par l'effet du contre-poids *P*, suspendu à l'autre extrémité de la bascule.

Ce coin ne peut que s'approcher ou s'écarter de la piéce, parce qu'il ne peut que glisser entre les coulisses pratiquées dans les côtés du chariot; et il est garni d'une plaque de fer, au milieu de laquelle il y a un petit trou pour recevoir l'extrémité de la tige *d* du foret.

Enfin, le *forêt à l'archet* est composé de cette même tige *d*, chassée dans la boîte *e*; d'un archet *n*, dont la corde s'enroûle autour de ce boîte; et d'un foret *f*, qui s'adapte à la tige *d*, au moyen d'une vis de pression.

Pour faire usage donc de cette machine, il faut poser la piéce sur les supports *C*, de manière que l'axe de ses tourillons soit d'aplomb. La position du charriot doit être telle, que la tige *t* soit horisontale; que sa direction rencontre l'axe de la piéce supposée prolongée, et qu'elle fasse un angle de vingt-cinq degrés avec la perpendiculaire à ce même axe. On adapte ensuite la tige *d* garnie de son foret, entre la piéce et le coin *t*; on saisit le manche *a*, et on lui communique le mouvement de va et vient.

BAS DE LA PLANCHE.

FIG. 1,

Cette figure représente le plan de la machine pour percer le lumières, dont on fait usage à Ruelle.

La pièce étant posée sur les traverses *C*, on lui donne d'abord une situation horizontale, et on la tourne ensuite de manière que l'axe des tourillons soit d'aplomb, en suivant les mêmes procedés que nous avons indiqués précédemment. Ceci étant fait, on passe la corde de l'archet autour de la boîte *n*; on approche le foret *f* contre la pièce, au moyen d'une manivelle adaptée au cric *A* laquelle a une roue à sa partie inférieure, qui engraine cette cremaillère. Par là, le même ouvrier qui, d'une main, pousse et tire l'archet, et de l'autre tourne cette manivelle, perce la lumière, en réglant, à sa volonté, la pression du foret.

Le cric *A* est fixé lur le banc *K*, lequel donne constamment au foret *f* l'inclinaison qui convient à la lumière; mais il faut que selon le calibre de la pièce, ce cric soit plus haut ou plus bas, ou que la pièce soit élevée ou baissée, afin que la direction du foret coincide avec l'axe de la pièce.

F I G. 2.

Cette figure indique le plan d'un refouloir, dont on fait usage pour vérifier si la lumière a l'inclination convenable. Nous en parlerons lorsque nous expliquerons les planches qui comprennent les instruments pour visiter les pièces.

En comparant les deux méthodes pour percer la lumière, représentées dans cette planche, il est facile de concevoir que celle en usage à Ruelle est bien préférable à la méthode ordinaire.

## PLANCHE LII.

### *Nouvelle machine pour percer les lumières, dont on fait usage à Chaillot et à Indret.*

F I G. 1

Plan du banc, sur lequel on pose la pièce, et de celui sur lequel

on adapte le tour à l'archet. La piéce est représentée par des lignes ponctuées, et les montants *b* sont supposés coupés à la moitié de leur hauteur.

F I G. 2.

Coupe transversale du banc *A* et longitudinale de celui *B*, en supposant la piéce posée sur le premier banc, et la lumière en train d'être percée. On y voit de plus la forme que doit avoir l'équerre *D* pour disposer verticalement l'axe des tourillons.

F I G. 3, 4 et 5.

Élévations de la machine, en supposant qu'on soit occupé de percer la lumière à la piéce, de même que l'indique la figure précédente.

F I G. 6.

Élévation de l'équerre nommée précédemment, faite sur une échelle double.

Le premier banc *A* est formé par deux supports *C*, sur lesquels on pose la piéce; par deux jumelles *L*, adaptées sur les tasseaux *K*; et par deux traverses *H* solidement fixées dans le terrein. Les supports *C* ont des tenons à leur partie inférieure, qui dépassent les jumelles, et qui ont des mortaises pour y chasser des coins. Par ce moyen, ces supports peuvent être placés dans l'endroit, qu'il faut, des jumelles, sans crainte qu'elles se dérangent.

Le second banc *B* est fixé, d'un seul côté, au premier banc *A*, au moyen d'un boulon. Les trois montants *b*, *d*, sont fixés sur le banc *B*; ils sont percés et ils ont de petites boîtes de fer à travers lesquelles passe la tige *c*, à l'égard des deux premiers montants *b*; et la vis *V*, à l'égard du troisième montant *d*.

Enfin, après avoir adapté la corde de l'archet, autour de la boîte *n*, un ouvrier en saisit le manche *a*, avec la main gauche, et la vis *V* avec la main droite. Par ce moyen, il perce

la lumière, en faisant avancer et tourner le foret, comme il le juge convenable.

Il nous reste à faire remarquer deux autres objets.

Lorsque les piéces n'ont pas le même calibre, on est obligé d'élever ou de baisser le foret à l'archet. On obtient facilement ce but, en poussant ou retirant les coins qui se trouvent entre les deux bancs. Le banc *B* monte ou descend facilement, n'étant adapté au banc *A* que par un boulon d'une longueur suffisante.

Pour faire usage de l'équerre *D*, on doit poser une longue règle sur le banc, transversalement à sa longueur, et sous les tourillons ; on met cette règle dans une direction horizontale, et on adapte l'équerre *D* sur cette même règle, et contre le tourillon de la piéce.

Cette méthode, comparée à celle qui est en usage à Ruelle, présente plus de précision et de promptitude. Elle doit donc être préférée à cette dernière, et à plus forte raison à la méthode ordinaire, représentée au haut de la planche precédente.

# PLANCHES LIV. ET LV.

## *MACHINE POUR LA POSE DES GRAINS.*

### PLANCHE LIV.

#### FIG. 1.

Plan du banc sur lequel on pose la piéce, en supposant que les montants *C*, *E*, soient coupés.

#### FIG. 2

Coupe longitudinale de ce banc et de la piéce.

## PLANCHE LV.

### Fig. 1.

Élévation de la machine du côté de la culasse de la piéce.

### Fig. 2.

Coupe d'une partie de la piéce, où l'on voit la figure que doit avoir le trou qui doit recevoir le grain, ce trou n'étant pas entièrement taraudé.

### Fig. 3.

Cette figure représente la même coupe que celle de la figure précédente, à l'exception que le trou est entiérement taraudé et prêt à recevoir le grain.

### Fig. 4.

Cette figure indique l'élévation du grain entièrement terminé.

### Fig. 5.

Coupe de l'outil qui sert à tarauder le trou où l'on doit introduire le grain.

### Fig. 6.

Élévation latérale de la lame *M*, représentée dans la figure précédente..

### Fig. 7.

Plan d'une partie de l'outil qui sert à couper dans l'intérieur de l'ame, la partie excédente du grain.

Le banc de cette machine est formé par deux sommiers ou jumelles

jumelles *A*, et par deux traverses *B*, qui les affleurent, et qui servent de supports à la piéce. D'un côté de ce banc, il y a un chassis formé par les moutants *C*, par les traverses *D* qui les unissent dans la partie supérieure, et par les arcboutants *E*. L'inclinaison de ce chassis sur le banc est égale à celle de l'axe de la lumière sur l'axe de la piéce.

Dans les traverses *D*, on introduit la vis *F*. L'extrémité supérieure de cette vis est garnie de quatre chevilles ou leviers *a*, et l'extrémité inférieure appuie sur la partie supérieure d'un vilebrequin *G*, lequel est garni, à sa partie inférieure, d'un foret, ou de l'outil *MNO*, représenté par les figures 5 et 6.

Lorsqu'on veut faire usage de cette machine, on couche la piéce sur le banc, on la dispose de manière que son axe, et celui des tourillons, soient de niveau. Un ouvrier tourne le vilebrequin *G*, et un autre la vis *F*, pour faire avancer dans le métal le foret adapté au vilebrequin.

Pour n'employer dans cette opération qu'une force ordinaire, on change souvent de foret, afin que chacun n'enlève qu'une petite partie de métal. Lorsque le trou a le diamètre que doit avoir le grain, non compris le pas de vis, on substitue l'outil *MNO* au vilebrequin; on l'introduit dans le trou, et on chasse de plus en plus le coin *L*, pour que la lame *e* taraude ce même trou, en tournant la vis *F*. Pour cette dernière opération, il faut que le pas de la vis *F* soit exactement le même que celui de la vis du grain.

Le trou étant entièrement taraudé, on y introduit à force le grain, lequel doit avoir extérieurement la même figure exacte qu'a le trou intérieurement; on perce la lumière dans ce grain, en substituant, à l'outil *MNO*, le vilebrequin *G* garni d'un petit foret. Enfin, on introduit dans la piéce l'outil représenté par la fig. 7 qui enlève la partie du grain qui saille dans la surface de l'ame.

Cette machine pourroit servir aussi pour ôter, d'une piéce, son grain devenu défectueux, ou un clou qu'on auroit chassé dans la

la lumière. Cependant, quant à ce second usage, sa construction la borne à ne pouvoir être employée que dans les places, le transport n'en étant pas aisé.

# PLANCHES LVI, LVII ET LVIII.

## *INSTRUMENTS POUR LES VISITES* (1).

### PLANCHE LVI.

#### FIG. 1.

Cette figure représente l'élévation longitudinale de *l'étoile à calibrer* les canons, faite sur une échelle qui est le sixième de celle des autres figures.

Les principales parties qui composent cet instrument sont ; le manche $P$ ; la tringle $E$ qui traverse le tuyau $Q$ dans toute sa longueur, à l'extrémité de laquelle se trouve un plan incliné ; ce tuyau $Q$, plus ou moins long, suivant la longueur des piéces; une douille $Z$ adaptée à ce tuyau ; et deux plaques fixées à cette douille et garnies de quatre pointes, dont celle d'en haut, qui est la seule mobile, est poussée par le plan incliné qui fait partie de la tringle $E$.

Les figures suivantes sont des développements des différentes parties que nous venons de nommer.

#### FIG. 2.

Élévation d'une partie du tuyau, en le supposant cassé en trois endroits, ce qui permet de voir que la tringle $E$, figure première, est la même que celle $E$ exprimée dans la figure deuxième. Les parties de cette tringle, cachées par le tuyau, sont indiquées par des lignes ponctuées.

(1) Voyez le Chapitre V de la seconde partie.

FIG. 3.

Élévation de la tringle, en la supposant cassée à son milieu ; et vers le manche.

FIG. 4.

Élévation du manche de la tringle, et de l'autre partie du tuyau, qu'on n'a pas exprimé dans les figures précédentes.

FIG. 5.

On suppose dans cette figure que la partie *A B* du tuyau indiquée dans la figure précédente soit enlevée ; ce qui fait voir l'ajustement des parties de cette tringle. On voit en outre, comment son extrémité est disposée pour s'adapter au manche.

FIG. 6.

Cette figure est le plan de la partie du tuyau représenté en élévation dans la fig. 4, en supposant cependant que la tringle ne dépasse point cette partie ; cette même figure représente encore une autre partie de ce même tuyau.

*A B*. Extrémité antérieure du tuyau, sur laquelle est fixée la plaque *D*. Entre cette plaque et le tuyau, il y a un petit espace pour faire passer la plaque ou curseur *a b*, lequel est fixé à la tringle *E*, au moyen d'une vis *f*. Sur ce curseur *a b* se trouve gravée une double échelle, divisée exactement en lignes, pour qu'on sache avec précision la distance du bord *d d*, au milieu de l'échelle, lequel est désigné par zéro. Enfin, pour que cette tringle puisse s'avancer ou reculer, le tuyau *A B* est fendu à sa partie supérieure, pour que la vis *f* puisse aller en avant ou en arrière.

*C.* Partie du tuyau, dont le diamètre est le plus petit. On le saisit d'un main pendant que de l'autre on saisit le manche *P*, quand on veut faire usage de cet instrument.

*D.* Plaque adaptée au tuyau, au moyen de six vis. La partie supérieure est faite en dos d'âne, et son bord *d d*, exactement droit, affleure le curseur, ou plaque inférieure *a b*.

*E.* La tringle. Elle est plus ou moins longue, selon la longueur des pièces, et on en assemble les parties par des vis à écroux *c*, ou par des vis à viroles *x*.

*F.* Vis de pression, qui sert à arrêter la marche de la tringle *E*, afin d'avoir le temps de bien examiner la distance du milieu de l'échelle au bord *dd*.

*G.* Partie carrée de la tringle *E* qu'on adapte dans le manche *P*. Cette partie se termine avec une vis, à laquelle on adapte un écrou *q*, pour presser le manche *P* contre l'embase qui se trouve à la jonction des parties *E. G.*

*K.* Étrier fixé à l'extrémité d'une des parties de la tringle *E*, lequel est percé, pour recevoir le tenon, ou extrémité de l'autre partie de cette tringle. Ce tenon est garni d'un filet de vis, et l'écrou *h* sert pour joindre les deux parties de la tringle. Ce même tenon, avant d'entrer dans l'étrier, passe à travers une douille, laquelle se joint à l'étrier, au moyen d'une petite plaque. Enfin, cette petite plaque a un trou taraudé dans son milieu, dans lequel on introduit l'extrémité de la vis *f*.

Le principal objet de cet assemblage est de faire avancer ou reculer très-lentement la tringle, en la faisant tourner en même temps quo'n le pousse doucement dans la direction de l'axe de la pièce.

*L.* Écrou qui sert à serrer, contre l'embase de la tringle *E*, les trois plaques *op*, *om*, *mn*, lesquelles sont liées ensemble par des vis à écroux. La plaque *om* forme, à sa partie supérieure, un plan incliné dont la hauteur est à la base, dans le rapport de 1 à 12, ou de 1 à 6; ensorte que lorsque la tringle *E* avance d'une ligne,

la pointe mobile $g$ qui est poussée par ce plan s'élève d'un, ou de deux points (1).

*N*. Cadre de fer, dont le côté est exactement égal au calibre de la piéce moins trois points. Il est garni de quatre petites plaques d'acier *a*, afin de vérifier avec précision les distances diamétrales des extrémités des pointes, et lorsque ces extrémités touchent les plaques *a*, on lâche la vis *f* (fig 4, 5 et 6) afin d'ajuster tellement le curseur *abcd* que le point zéro de l'échelle corresponde au bord *d* de la douille *D*.

*O*. Une des deux plaques qui sont adaptées à l'extrémité de la partie *Z* du tuyau. Ces plaques sont fixées entre elles, par les quatre vis *l*, et elles forment intérieurement trois coulisses, entre lesquelles peuvent glisser les trois pointes *e*, qu'on arrête, au moyen des vis de pression *t*, lorsqu'elles touchent les petites plaques d'acier *a*. Quant à la quatrième lame *g*, elle tombe par son propre poids sur le plan incliné *L M* qui passe par la fente carrée *S*; tandis que la tringle *E* passe par la fente circulaire *r*.

*P*. Manche de bois garni d'une virole.

*Q*. Parties en bois du tuyau.

*R S*. Distance diamétrale des extrémités des pointes. Elle doit être égale au côté intérieur du cadre *N*.

*T*. Montures en cuivre des parties *Q* en bois. Ces montures sont faites à vis, et elle se réunissent aux endroits *V*.

*X Y Z*. Autre monture en cuivre, dont les parties *X*, *Y* se réunissent à vis, de même que les précédentes.

Pour ne point rayer l'intérieur de l'ame par les pointes latérales et intérieures, on peut faire appuyer le tuyau *Q* sur des demi-rouleaux de bois, comme ceux *H* représentés dans la fig. 3 de la planche suivante.

---

(1) Dans l'étoile à calibrer les canons de fer, le rapport dont nous venons de parler est de 1 à 6; et dans celle pour les canons de bronze, ce rapport est de 1 à 12. Ce second produit une plus grande précision.

## PLANCHE LVII.

### Fig. 1.

Cette figure représente l'élévation longitudinale du *chat*, lequel sert à reconnoître s'il y a des chambres dans l'ame d'une piéce.

*A*. quatre pointes à ressort.

*B*. Anneau plat qui sert pour les ouvrir ou les rapprocher.

*C*. Hampe du chat. Elle doit être divisée en pieds et pouces, pour savoir quel est l'endroit de la piéce où se trouve un chambre.

*D*. Hampe de l'anneau.

### Fig. 2.

Cette figuré indique le plan du *crochet* dont on fait usage pour reconnoître la profondeur des chambres.

A cet effet, la hampe de ce crochet est divisée en pieds et pouces, et on garnit de cire molle l'extrémité *A*. Comme l'on sait exactement la place d'une chambre, au moyen du chat, il est facile d'introduire dans celle-ci l'extrémité *A*. L'empreinte de la chambre sur la cire fait connoître les dimensions de cette chambre.

### Fig. 3.

Plan et élévation de la *règle* pour mesurer les longueurs des piéces.

*A B*. La règle sur laquelle est marquée la longueur de l'ame des canons, et leur longueur extérieure, depuis la tranche de la bouche jusques derrière la plate-bande de culasse.

*C*. Divisions pour la longueur de l'ame. De chaque côté de ces divisions, il y a un demi-pouce subdivisé en demi-lignes.

*D*. Divisions pour la longueur totale des piéces, non compris celle du bouton. Ces divisions ne sont marquées que par un trait.

*E.* Divisions du bout de la règle, semblable à celles indiquées par les lettres *C.* Elles servent à déterminer la longueur extérieure, en partant des divisions *D.*

*F.* Douille carrée garnie d'une pointe, pour l'objet que nous venons de citer. La vis de pression *a* fixe la douille au point où l'on veut.

*G.* Tringle garnie d'une douille carrée et d'une vis de pression. On la promène sur la règle, et on l'arrête sur les divions *C*, ou *D*, selon que l'on veut vérifier les longueurs des ames, ou celles des piéces.

*H.* Demi-cylindre de bois dur que l'on fixe à la règle, aux distances que l'on veut, au moyen de la vis de pression *b.* L'objet de ce demi-cylindre est de servir de point d'appui à la règle, quand on l'introduit dans les piéces.

### F I G. 4.

*Échantillon* d'un canon. Ordinairement cet échantillon est profilé dans une règle de fer d'environ deux lignes d'épaisseur; mais il peut l'être aussi sur une de bois dur.

### F I G. 5.

Cette figure représente l'élévation et le plan, pris par-dessous, de la *règle à anneau carré*, pour la vérification des tourillons des canons.

*A.* Anneau carré que l'on adapte aux tourillons, de manière que le côté *a b* soit dessus.

*B.* Douille carrée, garnie d'une vis de pression *c*, pour qu'on puisse arrêter l'une de ses deux pointes *d*, à l'extrémité de la plate-bande de culasse. Les deux pointes servent pour vérifier les deux tourillons, et elles sont dans la direction de la ligne *ab*, laquelle se trouve au milieu de la largeur de la règle de cet instrument, et est divisée en pieds et pouces.

La forme de cet instrument le rend propre seulement à la vérification des tourrillons dont l'axe rencontre celui de l'ame des canons, tel que cela a lieu, par exemple, dans les canons de fer pour la marine.

FIG. 6.

Elévation et plan de la *règle à anneau polygône*, pour vérifier les tourillons des mortiers.

*A*. Anneau. Son milieu est dans la direction du milieu de la règle.

*B*. Douille carrée, garnie de deux pointes *b*, et d'une vis de pression *a*.

Si l'anneau *B* étoit carré, et si son centre étoit plus bas que le milieu de la règle, d'$\frac{1}{11}$ du côté intérieur du carré, cet instrument pourroit servir à la vérification des canons de campagne, les seuls dont le dessus des tourillons ne coincide pas avec l'axe de la pièce.

FIG. 7.

Cette figure représente le plan et élévation latérale de la *croix*, pour vérifier provisoirement l'ame des piéces (1).

Cette croix est en fer, et ses pointes ne diffèrent que de trois points du calibre de la piéce. Cette croix a un trou à son centre, lequel est taraudé.

*B*. Douille de la croix. Cette douille est en fer, et s'adapte par une vis au centre de la croix.

*C*. Hampe de la douille. Cette hampe est en bois.

*D*. Calibre ou carré de fer servant à vérifier la croix. Il est garni de quatre plaques d'acier *a*, assemblées sur le bord intérieur du calibre.

---

(1) Le nom d'étoile conviendroit beaucoup mieux à cet instrument que celui de croix : on lui donne ce dernier nom pour le distinguer de la croix à calibre, représentée dans la planche précédente.

FIG.

FIG. 8.

Cette figure désigne le plan d'un *refouloir* garni de sa hampe, dont on fait usage pour vérifier la position de la lumière sur le fond de l'ame. *A* est le refouloir. On enduit le bout *a* avec de la cire ou de la terre glaise, pour qu'étant pressé contr le fond de l'ame, on puisse marquer, sur la cire ou la glaise, la place de la lumière, au moyen d'un dégorgeoir qu'on introduit dans la lumière. *B* est la hampe du refouloir.

PLANCHE LVIII.

FIG. 1 et 2.

Ces figures représentent des *croix de bois* qui servent à la vérification des tourillons. Les branches *AB*, *CD* sont échencrées à leurs extrémités; elles ont un trait et des visières dans leur milieu, et les branches *E F*, *GH* se terminent à leurs extrémités par des épaulements.

Vers le centre de chaque croix, il doit y avoir deux tenons, à une distance de la ligne *E b F*, ou *G f H*, qui dépend de la position de l'axe des tourillons, relativement à l'axe de la piéce. Le tenon *d*, plus saillant que celui *c*, doit entrer dans la tige du bouton de la piéce, si elle est creuse, ou dans un morceau de bois adapté à cette même tige, si elle n'est pas creuse. Le tenon *h*, qui saille au-dessus de *g*, doit s'adapter à un tampon de bois qu'on introduit dans la bouche de la piéce.

Enfin, les poids *a*, *e*, et les niveaux *I*, *K*, servent pour placer horizontelement ces équerres.

On verra quel est l'objet de ces croix, dans l'explication de la figure suivante.

FIG. 3.

Cette figure fait connoître le procédé qu'il faut suivre pour vérifier si l'axe des tourillons est perpendiculaire au plan passant par la lumière et l'axe de la piéce.

A cet effet, on place la piéce sur deux tasseaux *T*, *V*, lesquels peuvent être considérés comme les deux supports mobiles *C*, du banc représenté par la figure 4 de la planche LIII. On adapte, à la tige du bouton de la piéce, la croix *A B*; et la croix *CD*, à la bouche, au moyen du tampon *L*. Ces croix doivent être tellement disposées que les branches *AB*, *C D* soient verticales. Ceci étant fait, on appuye une règle sur les extrémités de ces croix, et on fait en sorte qu'elle soit horizontale, en avançant d'un côté ou de l'autre les tasseaux *T*, *V*, et en faisant usage d'un niveau. Puis on tourne doucement la piéce, jusqu'à ce que l'axe des tourillons soit horizontal, ce dont on s'assure au moyen d'une double équerre et d'un niveau, comme on le voit indiqué dans la figure quatrième; et on marque, par un petit plomb le point sur la piéce, qui est également éloigné des tourillons, ou on le détermine en regardant par les visières des branches *A B*, *C D*, le fil *A C*, tendu de *A* à *C*.

Enfin, au moyen de ce même fil et de ces mêmes visières, on examine si ce point et le centre de la lumière passent par le même plan vertical, qui est dans la direction du fil et de l'axe de la piéce. Dans ce cas, la lumière est bien placée; en cas contraire, on marque quelle est l'erreur qui en résulte.

FIG. 4.

Cette figure représente une *double équerre* laquelle sert pour disposer les tourillons horizontalement, au moyen du niveau *I*.

Pour cela, il faut avoir l'attention que les branches *i* appuyent sur les tourillons dans toute leur longueur.

F I G. 5.

On voit dans cette figure comment on peut s'assurer si les tourillons sont exactement dans la même direction. A cet effet, on présent *la double équerre M*, ou *M'*, de manière que ses branches *i*, ou *i'* touchent les tourillons du côté de la culasse, oude labouche.

F I G. 6.

Cette figure indique un *échantillon* de fer *N*, dont les branches *k* appuyent sur les tourillons en même-temps que sa partie intermédiaire embrasse la piéce. Par ce moyen, on peut savoir à la fois si les tourillons sont placés dans la même direction, et à la distance fixée de dessus de la piéce.

F I G. 7.

Élévation et profil d'une *lunette* ou échantillon pour vérifier si les tourillons ont le diamètre demandé. *O* est l'élévation, et *o'* le profil.

F I G. 8.

Élévation et profil d'un *compas courbe* pour connoître les diamètres des piéces. *P* est l'élévation; *P'* le profil; et *t* est une petite plaque circulaire, qu'on serre contre une des branches du compas, au moyen d'une petite vis de pression.

F I G. 9.

Plan et élévation d'un *échantillon*, pour vérifier la partie

inférieure des tourillons et leurs embases. *Q'* est le plan, et *Q* l'élévation.

F I G. 10.

*R. Échantillon* pour vérifier la culasse. La ligne *xy* est une partie de l'axe de la piéce; et la ligne *yz* est une partie de l'extrémité de la plate-bande.

F I G. 11 et 12.

Ces figures représentent des *compas*, formés par une seule barre de fer pour vérifier les diamètres des piéces; de même.

Ces compas sont d'un usage plus sûr que le compas courbe *P* ( fig. 8 ); mais il en faut autant qu'il y a de diamètre à vérifier.

F I G. 13.

Plan et élévation d'une *regle de fer et à crans* pour vérifier si les diamètres extérieurs sont exacts. *S* est le plan; et *S'* l'élévation. Les lignes *nn*, *oo*, *pp*, etc. sont les distances de ces crans, et elles sont égales aux diamètres *nn*, *oo*, *pp*, etc du canon repésenté dans la figure 3.

## PLANCHES LIX ET LX.

Ces planches représentent les canons de fer dont on fait usage dans l'artillerie de mer, et les canons de bronze, qu'on employe dans l'artillerie de terre. Ces canons sont faits sur la même échelle, en sorte qu'il est facile de juger des proportions principales de leurs parties. Mais, pour connoître le rapport exact de ces mêmes parties, et principalement de celles qui sont moins considérables, il faut nécessairement avoir recours au calcul. C'est ce qui nous

a engagé à rédiger les quatre tables qui suivent, sur lesquelles nous allons faire quelques observations.

Ces tables ont été calculées d'après les dimensions fixées par les règlements de 1786 et 1792 ( vieux style ); mais nous avons suivi une marche toute différente. Dans les anciennes tables, les longueurs, les diametres, les épaisseurs du métal, les longueurs et saillies des moulures, &c. sont presque des tables particulières, ce qui en augmente le nombre, sans cependant qu'on y trouve toutes les parties relatives au même objet. Dans les nouvelles tables, au contraire, on trouvera très facilement des dimensions de chaque partie, chacune ayant été calculée en deux sens différents : le premier, suivant la direction de l'axe ; et le second, dans une direction perpendiculaire à celle-ci. Voilà pourquoi, parmi les deux premières tables pour les canons de fer, la première contient les dimensions prises *parallelement à leur axe*, et la seconde comprend les dimensions prises *perpendiculairement à leur axe*. Il en est de même des deux autres tables, relatives aux canons de bronze. Ainsi, ces nouvelles tables ont deux avantages sur les anciennes : le premier est qu'on les a réduites au plus petit nombre possible ; le second, qu'on y trouve les dimensions de chaque partie, d'une manière très-facile.

La figure première de la planche LIX est relative aux deux premières tables, et les figures 1, 2, 3 et 4 de la planche LX, sont toutes relatives aux deux autres tables. La figure 1 *bis* n'est qu'une partie de la figure première : elle représente le fond de l'ame de la piéce, faite sur une plus grande échelle, afin de pouvoir y placer les lettres d'une manière intelligible. Les figures 3 et 4 sont uniquement destinées pour concevoir les dimensions des anses.

Nous avons donné trois lignes au diamètre de la lumière, au lieu de deux lignes et demie ; car nous avons pris pour diamètre celui de son évasement $r' s'$, à la partie supérieure (fig. 3 pl. LIX),

et non le diamètre qu'a la lumière dans toutes sa longueur, excepté à son extrémité supérieuro. Ce diamètre est de deux lignes et demie.

De même, nous avons pris les dimensions du canal de lumière à son évasement et à la partie supérieure de celui-ci. Cet évasement est d'une demi-ligne, et la profondeur du canal de lumière est d'une ligne.

La lumière, dans tous les canons, aboutit au milieu de la partie arrondie du fond de l'ame ; ensorte que le point *y*, extrémité de l'axe de la lumière, partage par moitié l'arc *u x* (fig. 3 pl. LIX), Nous n'avons point calculé qu'elle est la distance horisontale de son centre, ou de sa circonférence aux autres parties contigues des canons, cette distance étant inutile à la vérification de la lumière.

Au bas des planches se trouvent les coupes des canons, faites un peu en avant des tourillons. En comparant ces canons et ces coupes aux coupes et aux canons qu'on voit dans les planches des anciennes tables, on apperçoit que nous avons donné une direction différente aux tranches des embases des tourillons. Dans les planches relatives à ces tables, ces tranches des embases sont convergentes du côté de la bouche des piéces ; nous les avons faits paralléles, et nous nous sommes fondés sur la raison suivante.

On fait des embases à un corps qui ne doit avoir que le seul mouvement de rotation, afin que son axe soit fixe, ce qu'on obtient en adaptant les tourillons de ce corps dans des coussinets, et en faisant toucher les ambases contre ces coussinets. Les directions de ceux-ci, et par conséquent des embases, doivent donc être parallelles, sans quoi le corps ne tourneroit point. Il en est de même des embases des tourillons d'une piéce. Leurs directions doivent aussi être parallelles, n'importe l'inclinaison des flasques de l'affût. Il en résultera quelquefois que les embases ne toucheront pas les flasques sur toute leur longueur ; mais, si elles les

tonchoient, ou la piéce ne tourneroit point, ou le bois des flasques seroit bien vîte usé.

Nous allons parler maintenant de la manière de tracer les parties courbes des canons de fer ; et les règles que nous allons donner peuvent avoir aussi leur application aux parties courbes des canons de bronze.

## TRACÉ DE LA TULIPE.

La figure deuxième de la planche LIX est relative au *tracé de la tulipe* : *fg* désigne une partie de l'axe de la piéce, et les points *h*, *a*, *c*, *l*, *m* sont déterminés par les tables.

La tulipe est composée de deux parties ; de son bourlet, et de son collet.

Pour tracer le *bourlet*, menez la ligne *a c* ; élevez la perpendiculaire *c e* ; partagez la ligne *a e* par moitié au point *b* ; et de ce point *b*, comme centre, et avec le rayon *b a*, décrivez l'arc *c a n*.

Pour tracer le *collet* de la tulipe, prenez les trois neuvièmes de la longueur de la piéce, pour les canons de 8, 6 et 4 longs, et les deux neuvièmes de cette même longueur pour tous les autres ; et du point *h*, comme centre, décrivez un arc au point *k*. Ajoutez à cette longueur le rayon *b a*, ou *b c*, et du point *b*, comme centre, décrivez un second arc qui coupera le premier au point *k* ; et de ce point d'intersection, comme centre, décrivez l'arc *n o*.

## TRACÉ DE LA CULASSE.

La figure 3 de la planche LIX est relative au *tracé de la culasse* et dans cette figure, les points *a*, *c*, *d*, *o*, sont déterminés par les tables.

Prenez le diamettre du bouton, et du point *c* décrivez un arc ; ajoutez à ce diamettre sa moitié, ou le rayon *a e*, et du centre

*a* décrivez un second arc. Le point d'intersection *b* sera le centre de l'arc *c e*, qui formera le tracé du *collet* du bouton.

Prenez *d l* égale au quart de *d o*; menez *l m* perpendiculaire à *d o*, et faites-la égale au double de *d l*; le point *m* sera le centre de l'arc *d n*. Cet arc sera le tracé de *l'arrondissement de l'angle de la culasse.*

Des points *c*, *k* et *n*, et avec un rayon égal aux deux tiers de la corde *cd*, décrivez quatre arcs de cercles, et des points *g* et *h*, décrivez les arcs *c k*, *k n*. Ces arcs seront le tracé du *cul-de-lampe* de la culasse.

Nous terminerons cette description en rapportant les réglements pour la visite, l'épreuve et la réception des canons, tant en fer qu'en bronze. Ces réglements font partie des ordonnances de 1786 et 1791, (vieux style) qui sont encore en usage dans les arsenaux; mais nous supprimerons tout ce, dont la connoissance n'est pas d'une utilité réelle dans l'art que nous avons traité.

---

RÉGLEMENT.

# RÉGLEMENT

*Pour la visite, l'épreuve et la réception des Canons de fer, pour l'Artillerie de mer, extrait des Ordonnances de 1786.* ( Vieux style. )

## VISITE PROVISOIRE.

Les canons, avant d'être éprouvés, seront visités par les officiers d'artillerie employés à la fonderie, en présence du fournisseur et du contrôleur, qui tiendra un registre des défauts remarqués aux bouches à feu, afin d'y avoir recours au besoin. Ce registre sera signé chaque fois par les officiers, le fournisseur et le contrôleur.

## MANIÈRE DE PLACER LES CANONS.

Les canons, pour être visités, seront placés sur des chantiers, et inclinés de façon que la bouche se trouve à environ trois pieds de terre.

## VÉRIFICATION DU CALIBRE.

On commencera par les calibrer avec l'étoile à pointe mobile ( pl. LVI ) qui servira enmême-temps à faire connoître les enfoncements des forets, s'il y en a ; et si d'après les variations accordées, le canon n'est pas, de recette, on n'en poursuivra pas la vérification, et il sera rebuté tout de suite.

Si l'étoile mobile n'y entroit pas on se serviroit de la croix de fer ( fig. 7, pl. LVII ), qui a trois points de moins que le calibre,

et si l'ame étoit plus petite le canon seroit remis sur le tour pour y être aggrandi.

## EXAMEN DES CHAMBRES INTÉRIEURES.

### *Avec le Miroir.*

Si le canon est du calibre prescrit, on en examinera l'ame avec un miroir, et à cet effet on choisira pour cette visite un jour où il fera du soleil, afin d'en mieux distinguer les défectuosités. Faute de soleil, on fera usage d'une bougie allumée; mais on n'emploira cè dernier moyen, que lorsqu'on y sera forcé par les circonstances, parce qu'il est insuffisant, sur-tout pour l'examen des canons de petit calibre.

### *Avec le Chat.*

On y introduira ensuite le chat (fig. 1 pl. LVII) pour rechercher les chambres qui pourroient avoir échappé à l'œil. On le poussera d'abord jusqu'au fond de l'ame, et on le retirera lentement. Si une de ses pointes s'accroche, on marquera avec de la craie, sur la tranche de la bouche, le côté où elle s'arrêtera. On fera une pareille marque sur la hampe du chat, ou sur la surface du canon, afin de connoître la distance de la chambre à la bouche; et par ces deux moyens on aura sa position.

### *Avec le Crochet.*

Pour connoître la profondeur des chambres, on les sondera avec le crochet (fig, 2, pl. LVII), dont la pointe sera recouverte de cire jaune. On trouvera aisément celles que le chat aura fait découvrir, en reportant, sur le manche du crochet, la marque de la hampe du chat, ou en le présentant à celle qui aura été faite

sur le dessus du canon, ou à la tranche de la bouche; en dirigeant la pointe du crochet de ce côté, on la pressera dans la chambre, et l'empreinte qui s'en fera sur la cire en donnera la forme et les dimensions, que l'on notera sur l'état de visite.

## EXAMEN DES CHAMBRES EXTÉRIEURES.

On examinera ensuite la surface extérieure du canon, en le retournant dans tous les sens. Si l'on y découvre des chambres, on les sondera avec de grandes épingles, pour en connoître la profondeur et la direction, et il en sera fait mention dans l'état de visite. Si l'on soupçonne des chambres mastiquées, on pourra les reconnoître en mouillant le canon avec une éponge, la couleur du mastic étant toujours plus terne que celle du fer, et on les recherchera avec le burin. Pour qu'on puisse mieux s'assurer de ces malversations, les bouches à feu ne seront peintes qu'après avoir été reçues.

On fera casser sur-le-champ un tourillon des canons, où il aura été découvert des endroits mastiqués.

On n'aura point d'égard aux chambres qui se trouveront au bouton, au cul-de-lampe et au bourlet, à moins qu'elles ne soient très-considérables, et que dans ces dernières parties elles ne pénètrent dans l'épaisseur que le canon doit y avoir, sans comprendre leur saillie sur le tronc.

## VÉRIFICATION DE LA LONGUEUR DES CANONS.

La longueur des canons se mesurera avec la règle (fig. 3, pl. LVII), destinée à cet usage.

## VÉRIFICATION DE LA LONGUEUR DU RENFORT ET DE LA VOLÉE.

La longueur du renfort et celle de la volée se vérifieront avec

l'échantillon ou lame de fer (fig. 4 pl. LVII), dans laquelle les parties du canon sont profilées.

## VÉRIFICATION DU DIAMÈTRE DU BOUTON.

Le diamètre du bouton et de son collet se mesureront avec le compas courbe (fig. 8 pl. LVIII).

## VÉRIFICATION DE L'EMPLACEMENT DES TOURILLONS.

La distance, depuis le devant des tourillons au trait qui marque le derrière de la plate-bande de culasse, sera prise avec la règle à anneau carré (fig. 5, pl. LVIII).

Les tourillons devant être perpendiculaires au plan vertical qui est censé passer par la lumière et couper l'ame en deux parties égales; on vérifiera leur emplacement, en disposant d'abord le canon, par le moyen d'un petit niveau *I* (fig. 1 pl. LVIII), de façon que la lumière se trouve dans ce plan.

On posera ensuite, sur les deux tourillons, la double équerre de fer *M* (fig. 4, pl. LVIII), au-dessus de laquelle on présentera le même niveau *I*, lequel, s'il est d'à-plomb, fera voir que les tourillons sont perpendiculaires au plan passant par la lumière et l'axe du canon.

Les talons saillants sur une des faces de cette double équerre (fig. 5, pl. LVIII), étant appliqués contre les deux tourillons en même-temps, feront connoître s'il sont dans le même alignement.

On les calibrera avec une lunette *O* (fig. 7 pl. LVIII) de leur diamètre. Ils doivent être égaux dans toute leur longueur, et l'angle de leur réunion avec l'embase à vive-arrête. On vérifiera la position de leur dessus, qui doit se trouver à la hauteur de l'axe du canon, avec la lame de fer profilée *Q* (fig. 9, pl. LVIII).

L'écartement extérieur des embases sera mesuré avec une pareille règle *S* (fig. 13, pl. LVIII). La coupe des embases doit être dans

l'alignement d'un fil présenté contre leur extrémité en avant des tourillons, et dirigé à l'angle antérieur de la plate-bande de culasse, comme étant la partie la plus saillante de cette plate-bande (1).

## VÉRIFICATION DES DIAMÈTRES EXTÉRIEURS.

Les principaux diamètres extérieurs des canons seront conformes à la table de leurs dimensions. On les prendra avec un compas courbe *P* (fig. 8, pl. LVIII), et on les vérifiera sur la règle de fer *S* (fig. 13, pl. LVIII), où ils sont marqués par des crans.

Il y aura pour les ouvriers des compas (fig. 11 et 12, pl. LVIII) d'une seule barre de fer, de sept à huit lignes de diamètre, dont les bouts seront aciérés.

Ces compas, n'étant pas sujets à se déranger, sont plus commodes pour le travail; mais il en faut pour chaque calibre, autant qu'il y a de diamètres à prendre dans un canon.

Les diamètres à mesurer sont :

A la plate-bande de culasse;

A la lumière;

A l'extrémité du renfort;

A la naissance de la volée;

Derrière et devant la plate-bande de volée, et à la plate-bande de la bouche;

Au plus grand renflement du bourlet;

Au bouton;

A son collet.

(1) Ce moyen pour vérifier la coupe, ou les tranches des embases, ne peut pas avoir lieu, lorsque ces tranches sont parallèles, au lieu d'être convergentes. Pour s'assurer si elles sont effectivement parallèles, on peut faire usage de l'équerre *M* (fig. 4, pl. LVIII), dont les branches *i* prolongées à angle droit, embrasseroient les faces des tourillons. Par ce moyen, on verroit, si les faces sont parallèles; et, en examinant avec une règle le long des tourillons, si les tranches sont parallèles à leurs faces, on connoitroit si ces mêmes tranches sont parallèles.

Le cul-de-lampe et sa réunion au collet du bouton seront vérifiés avec une lame de fer profilée ( fig. 10 ,pl. LVIII ).

## VÉRIFICATION DE LA LUMIÈRE.

On examinera si la lumière aboutit dans le canon au milieu de l'arrondissement de l'angle du fond de l'ame. On se servira pour cela d'un refouloir de bois qui en aura la forme ( fig. 8 pl. LVII ), et dont le bout sera recouvert avec de la terre argilleuse humectée; et au moyen d'un dégorgeoir applati par le bout, que l'on introduira dans la lumière, on marquera sur la terre le point, où elle sera dirigée. L'on pourra ensuite, en appliquant une petite règle contre le bout du refouloir, prendre la distance qu'il y aura du fond de l'ame au trou que le dégorgeoir aura fait dans la terre.

On recherchera l'intérieur de la lumière avec un crochet de fil d'acier, et s'il s'y trouve des chambres qui ayent plus de six points de profondeur, les canons ne pourront être présentés, à l'épreuve, qu'après que le fournisseur y aura fait remettre un grain en fer battu.

## EXAMEN DES LOUPES A LA SURFACE.

S'il se trouve des loupes à la surface des canons moulés en sable, on les fera enlever à la tranche, et s'il n'y a pas de cavité dessous, elles ne seront pas un obstacle à leur réception. Mais, dans les cas qu'il y auroit des chambres, on suivra à cet égard ce qui est prescrit sur cette espèce de défaut au sujet des chambres extérieures.

## EXAMEN DES CHAMPIGNONS A LA SURFACE.

S'il s'est formé à l'extérieur d'un canon des espèces de champignons, dont les bords quoique appliqués sur sa surface semblent

en être séparés ; on les recherchera avec un burin ; et si on découvre que le fond de la désunion est à plus de six lignes du dessus, le canon sera rebuté et ne sera pas présenté à l'épreuve. Il en sera de même de tous ceux, où on aura reconnu d'autres défauts excédants les tollérances accordées par le présent réglement.

## ÉPREUVE DES CANONS.

Les canons seront éprouvés deux coups de suite, à deux boulets, et avec une charge égale à la moitié du poids du boulet. Il sera mis un valet ou bouchon de corde ou de foin sur la poudre, et un sur le second boulet.

La poudre et les boulets seront pris dans les magasins nationaux. On ne se servira que de poudre bien sèche et bien grenée, et on n'emploira jamais celle qui aura été décomposée par l'humidité, ou rassemblée en mottes.

Les gargousses de papier, pour loger les charges, seront faites sur un mandrin de bois.

Les boulets seront calibrés par le contrôleur, en présence des officiers chargés d'assister aux épreuves, du commissaire et du fournisseur ou de son préposé.

## MANIÈRE DE PLACER LES CANONS POUR L'ÉPREUVE.

Comme il paroît nécessaire de s'assurer de la résistance des tourillons, en même-temps que de celle du canon, on le placera sur un traîneau, dont le dessus des flasques sera entaillé pour loger les tourillons aux deux tiers. L'entretoise de derrière de ces traîneaux sera assez éloignée de ce logement, pour que la culasse puisse être inclinée à volonté ; mais elle ne sera cependant jamais enterrée.

## CHARGE ET TIR DES CANONS.

Les canons seront chargés en présence des officiers susdits, du commissaire et du fournisseur. La gargousse sera pressée avec le refouloir contre le fond de l'ame, et l'on s'assurera avec le dégorgeoir si elle y touche. Les deux bouchons mis l'un sur la poudre, et l'autre sur le second boulet, seront refoulés chacun de quatre coups.

Les canons seront amorcés avec un bout de lance à feu ou autre amorce lente, pour donner au canonnier le temps de se retirer.

## ÉPREUVE A L'EAU.

Sitôt que les canons auront tirés les deux coups d'épreuve, on les soulévera sur le dessus du traîneau et on les placera sur un chantier, dont l'épaisseur sera plus forte que la longueur des tourillons, afin qu'ils n'empêchent pas la rotation du canon sur lui-même.

On bouchera la lumière avec une cheville de bois enduite de suif; on enlevera la volée, et on l'entourera avec une cravatte de toile, afin que l'eau, dont on doit remplir le canon, ne se confonde pas, en coulant le long de sa surface, avec les gouttes qui pourroient filtrer à travers le métal. On se servira, dans la même vue, pour l'y verser, d'un arrosoir à grand goulot.

On comprimera l'eau avec un écouvillon couvert de grosse toile qui remplisse l'ame exactement. On en visitera en même-temps l'extérieur, pour s'assurer si l'eau ne transpire pas par quelqu'endroit. La moindre filtration le fera rebuter.

## VISITE DÉFINITIVE.

Les canons éprouvés seront placés sur des chantiers, comme à la

la visite provisoire. Ils seront examinés de nouveau avec le miroir. On y passera le chat pour sonder les chambres découvertes à la première visite, et vérifier si elles ne sont pas accrues, ou si l'épreuve n'en a pas fait découvrir de nouvelles; les unes et les autres seront notées dans le procès-verbal.

S'il se découvre des chambres dans l'intérieur du premier renfort, qui n'auroient pas existé avant l'épreuve, on éprouvera le canon une seconde fois; mais un coup seulement, pour voir si elles ne s'aggrandissent pas.

## RÉCEPTION DES CANONS.

La dernière visite étant faite, les canons qui auront été reconnus n'avoir aucun des défauts qui doivent les faire rebuter, seront pesés en présence des officiers susdits, du commissaire et du fournisseur, et seront reçus.

Le poids des canons sera marqué sur le tourillon gauche, l'année de la fonte sur la plate-bande de culasse à gauche de la lumière, et à droite les deux lettres initiales du nom du fournisseur. Celles de la fonderie se feront sur le bout du tourillon, en dessus du numéro; la marque de réception sera un M A, laquelle sera placée sur la partie la plus saillante de la fin du renfort.

## *Défauts tolérés dans les Canons de fer, pour l'Artillerie de mer.*

Les canons ne seront pas reçus, si leurs dimensions sont plus ou moins fortes que les tolérances comprises dans cette Table.

| | | | Tolérances. Lignes. | Tolérances. Points. |
|---|---|---|---|---|
| *Calibre.* | De plus que le diamètre prescrit | | 1. | „ |
| | De moins *idem* | | „ | 6. |
| *Diamètres extérieurs des Canons.* | Si les canons sont tournés | | 1. | 6. |
| | S'ils ne sont pas tournés | De plus que les diamètres prescrits | 2. | 6. |
| | | De moins | 2. | „ |
| *Diamètre du bouton et de son collet.* | De plus | | 3. | „ |
| | De moins | | 2. | „ |
| *Longueur totale.* | Sur l'ame | Trop longue de | 2. | „ |
| | | Si elle est trop courte, on l'approfondira. | | |
| | De la tranche de la bouche au trait qui marque le derrière de la plate-bande de culasse de plus ou de moins | | 2. | „ |
| | On passera une ligne en plus sur ces deux longueurs, si d'ailleurs le canon est recevable. | | | |
| *Longueurs particulières.* | Sur le bouton et son collet | | 4. | „ |
| | Sur le renfort | Si les canons sont tournés | 2. | „ |
| | | S'ils ne le sont pas | 3. | „ |
| | Sur la volée; du renfort à la bouche | | 2. | „ |
| *Emplacements et dimensions des tourillons.* | Du devant des tourillons au trait qui marque le derrière de la plate-bande de culasse | D'après les dimensions prescrites | 1. | 6. |
| | | Dans l'emplacement des tourillons du même canon | „ | 9. |
| | Sur la position du dessus des tourillons | | 1. | 6. |
| | Sur leur diamètre | | „ | 9. |
| | Sur la longueur | | 1. | 6. |
| | Sur l'alignement de tourillons | Rien sur le derrière et sur le dessous. | | |
| | | Sur le devant et sur le dessus, soit contre l'embase, soit au bout des tourillons | 1. | „ |
| *Embases.* | Sur leur écartement extérieur et leur largeur | | 1. | 6. |
| *Chambres dans l'intérieur.* | Profondeur des chambres dans l'intérieur | | 2. | 3. |
| | Une suite de petites chambres, et dont une sera de | | 1. | 6. |

| | | | Tolérances. Lignes. | Tolérances. Points. |
|---|---|---|---|---|
| *Chambres sur l'extérieur.* | Sur le renfort | Dirigées vers l'ame | 2 | 3. |
| | | Dans le sens parallèle à la surface | 4 | " |
| | | Une suite de petites chambres, dont une sera de. | 2 | " |
| | Sur la volée | Dirigées vers l'ame | 2 | 6. |
| | | Dans le sens parallèle à la surface | 4 | 6. |
| | | Une suite de petites chambres, dont une sera de. | 2 | " |
| | Sur le derrière et le dessous d'un tourillon de 36 et 24, profondes de | | 5 | " |
| | Sur celui des autres calibres | | 4 | " |
| | On tolérera une ligne de plus pour celles qui seront sur le devant et le dessus des tourillons. | | | |
| *Chambres sur le tranchant de la bouche.* | Si elles sont dans la direction de l'ame, et qu'elles aient 8 lignes de profondeur, le canon ne sera pas reçu, mais il sera mutilé en dessous du bourlet. | | | |
| | Il sera aussi rebuté, si les chambres ont 6 lignes, et qu'elles soient dirigées vers l'ame. | | | |
| *Les ondes de foret.* | Le canon ne sera pas reçu, si la partie rentrante de l'onde, y compris l'augmentation de calibre tolérée, a plus d'un ligne. | | | |
| *Lumière.* | Sur le diamètre | De plus | " | 6. |
| | | De moins | " | 3. |
| | Sur la position de l'orifice extérieur | | 1 | 6. |
| | Sur celle de l'orifice intérieur | En avant du point où il doit se trouver | 2 | 6. |
| | | En arrière d'*idem* | 1 | 6. |
| | Les chambres dans l'intérieur de la lumière | Celles qui auront 6 points de profondeur. | Il sera remis au canon un grain de fer battu. | |

# RÉGLEMENT

VARIATIONS TOLÉRÉES.

*Pour la visite, l'épreuve et la réception des canons de bronze, pour l'Artillerie de terre, extrait des Ordonnances de 1791.* ( Vieux style. )

Les bouches à feu sont examinées trois fois, et éprouvées avant d'être reçues.

Les canons et les obusiers sont placés sur deux chantiers, ils y sont inclinés de façon que la bouche se trouve à environ trois pieds de terre.

Les mortiers sont placés verticalement,

Les bouches à feu sont tournées et finies extérieurement avant d'être présentées à l'examen; elles ne conservent que l'excédent du bouton de culasse où se loge le pivot de la machine quand on les tourne. On ne coupe cet excédent qu'après leur réception.

## PREMIÈRE VISITE DES CANONS.

On regarde dans les canons pour voir s'il n'y a pas quelques taches d'étain ou chambres; on se sert du crochet de fer recouvert de cire pour en connoître la largeur et la profondeur.

Cette visite se fait au soleil avec le miroir, et si le temps est obscur, avec une bougie allumée.

On visite la surface extérieure pour découvrir s'il n'y existe point de chambres, et on en tient note.

On tolère avant l'épreuve une ligne onze points de profondeur dans l'ame, et deux lignes à la surface.

Le diamètre intérieur des canons doit être, avant l'épreuve, de dix points plus petit que leur calibre.

Deux ou trois points en dessus et autant en dessous.

## ÉPREUVE.

Les canons sont portés au champ d'épreuve aux frais de la république; ils y sont montés sur des affuts de leur calibre.

On les tire cinq coups de suite.

Ceux de siége et de place à la moitié du poids du boulet.

| | | |
|---|---|---|
| Ceux de bataille. | De 12 à . . . . . . . . . . . . . . . . | 4[lb.] . ½. |
| | De 8 à . . . . . . . . . . . . . . . . | 3. |
| | De 4 à . . . . . . . . . . . . . . . . | 2. |

VARIATIONS TOLLERÉES.

Les charges sont logées dans des gargousses de papiers, on met un bouchon de paille ou de foin sur la poudre, et un sur le boulet, chacun refoulé de quatre coups.

Les bouches à feu doivent être chargées en présence du commissaires des fontes.

## SECONDE VISITE.

Après le dernier coup on bouche la lumière avec une cheville graissée ; on remplit d'eau l'ame du canon, on la presse avec un écouvillon garni d'un sac à terre, et on en examine l'extérieur, sur tout dans les environs des anses et de la masse de lumière ou du grain, pour découvrir s'il ne s'y fait pas quelque filtration.

Si l'eau transpire autour de la masse de lumière ou du grain, le fondeur doit en mettre un autre, et le canon subir une nouvelle épreuve.
Si le canon fait eau dans quelqu'autre endroit sur sa longueur, il est rebuté.

S'il fait du soleil on examine l'ame avec un miroir ; on recherche les chambres avec le chat, et on en vérifie la grandeur avec le crochet garni de cire.

La grandeur des chambres est notée de nouveau sur le tableau de la première visite.

Si le soleil ne paroît pas on se sert du chat et de la bougie pour cette seconde visite, et elle peut se faire à la fonderie.

Si les chambres ont plus d'une ligne onze points de profondeur, le canon est rebuté.

## TROISIÈME VISITE.

Cette visite a lieu après que l'ame du canon a été mise à son diamètre exact.

On le calibre avec l'étoile mobile.

On tolère trois points en dessus, et rien en dessous du calibre.
On ne passe rien pour les enfoncements de boulets et les coups de foret.

| | VARIATIONS TOLÉRÉES. |
|---|---|
| On en vérifie les longueurs intérieures et extérieures avec la verge de fer à croix. | On tolère trois lignes en dessus, et trois lignes en dessous de la longueur totale. |
| On mesure la longueur des renforts et les moulures extérieures du canon avec un gabari ou échantillon de fer qui en a le profil. | On passe deux lignes de variation sur les longueurs des renforts, et on ne fait aucune difficulté sur la saillie des moulures. |
| On mesure la distance du devant des tourillons à l'extrémité de la plate-bande de culasse avec la règle à anneau carré. | On ne passe rien sur cette longueur dans le même canon; mais on tolère d'un canon à l'autre la ditte ligne sur la mesure prescrite par l'ordonnance. |
| On vérifie si les tourillons sont perpendiculaires au plan vertical qui passe par la lumière, en les supposant placés horisontalement; cela se fait avec une équerre de fer destinée à cet usage. | On ne passe aucune variation. |
| On examinera avec les deux croix de bois à cylindre, et par le moyen d'un fil, si l'axe des tourillons est bien placé. | *Idem.* |
| Cet examen doit se faire lors du tracé des tourillons à la graverie, en présence de tous les officiers. | |
| On vérifie si les tourillons ont le diamètre prescrit, avec une lunette de leur calibre. | Trois points en dessous et rien en dessus. |
| On mesure leur longueur. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | Une demi-ligne de variation. |
| La saillie des embases se mesure en présentant devant les tourillons la règle de fer destinée à cet usage. | Trois points de variation. |
| On examine si le plan des embases est dans la direction d'un fil présenté contre l'embase, du côté de la volée, et rasant la plate-bande de culasse (1). | Point de variation. |

(1) Voyez la note de la page 221.

| | | VARIATIONS TOLÉRÉES. |
|---|---|---|
| Diamètres à mesurer avec la règle à crans. | A la plate-bande de culasse. . . . . . . . . .<br>A la lumière. . . . . . . . . . . . . . . . .<br>A la fin du premier renfort, derrière la plate-bande.<br>A la naissance du renfort. . . . . . . . . . .<br>A la fin du second renfort, derrière la plate-bande.<br>A la naissance de la volée. . . . . . . . . . .<br>A l'astragale du collet contre le reglet. . . . . .<br>Au plus grand renflement du bourlet. . . . . .<br>Au vif de la bouche. . . . . . . . . . . . .<br>Au plus fort du bouton et au reglet de la culasse. .<br>Au collet du bouton. . . . . . . . . . . . . | On passe une demi-ligne de variation sur tous ces diamètres, soit en dessus soit en dessous. |
| On vérifie avec un refouloir de calibre, dont le bout est couvert de terre grasse, et par le moyen d'un dégorgeoir, si la lumière aboutit au point prescrit par l'ordonnance. | | On passe une ligne de variation sur la position extérieure de la lumière, et une ligne et demie sur sa position intérieure; mais seulement du côté de la volée. |
| On visite avec un fil d'acier, à crochet perpendiculaire au fil, s'il n'y a pas de chambres dans le canal de lumière. | | On ne passe aucune variation, et on remet un grain s'il y a la moindre chambre. |

FIN.







# TABLE DES'ARTILLERIE DE MER,

| DIMENSIONS. | De 36. | | | | | | | e 6. COURT. | | | | | De 4. LONG. | | | | | De 4. COURT. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pieds. | Pouces. | Lignes. | Points. | Fract. | Pieds. | | Pieds. | Pouces. | Lignes. | Points. | Fract. | Pieds. | Pouces. | Lignes. | Points. | Fract. | Pieds. | Pouces. | Lignes. | Points. | Fract. |
| a b | 〃 | 9 | 9 | 〃 | 〃 | 〃 | | 〃 | 5 | 4 | 5 | 〃 | 〃 | 4 | 8 | 〃 | 〃 | 〃 | 4 | 8 | 〃 | 〃 |
| b c | 〃 | 3 | 2 | 〃 | 〃 | 〃 | | 〃 | 1 | 8 | 7 | 〃 | 〃 | 1 | 4 | 〃 | 〃 | 〃 | 1 | 4 | 〃 | 〃 |
| c d | 〃 | 2 | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | | 〃 | 1 | 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 1 | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 1 | 3 | 〃 | 〃 |
| d e | 〃 | 〃 | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | | 〃 | 〃 | 1 | 9 | 〃 | 〃 | 〃 | 1 | 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 1 | 6 | 〃 |
| e f | 〃 | 1 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | | 〃 | 〃 | 7 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 6 | 〃 | 〃 |
| f g | 〃 | 1 | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | | 〃 | 〃 | 4 | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 4 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 4 | 〃 | 〃 |
| g h | 〃 | 〃 | 10 | 6 | 〃 | 〃 | | 〃 | 〃 | 10 | 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 10 | 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 10 | 6 | 〃 |
| h i | 〃 | 〃 | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | | 〃 | 〃 | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 3 | 〃 | 〃 |
| | 〃 | 1 | 1 | 6 | 〃 | 〃 | | 〃 | 1 | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 1 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 1 | 〃 | 〃 | 〃 |
| | 〃 | 1 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | | 〃 | 〃 | 7 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 6 | 〃 | 〃 |
| | 3 | 5 | 4 | 6 | 〃 | 3 | | 2 | 4 | 6 | 〃 | 〃 | 2 | 1 | 2 | 3 | 〃 | 1 | 8 | 2 | 8 | 〃 |
| | 〃 | 1 | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | | 〃 | 〃 | 10 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 8 | 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 8 | 6 | 〃 |
| | 〃 | 11 | 9 | 2 | 〃 | 〃 | | 〃 | 8 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 7 | 3 | 6 | 〃 | 〃 | 5 | 11 | 2 | 〃 |
| f' | 〃 | 〃 | 4 | 10 | 〃 | 〃 | | 〃 | 〃 | 2 | 8 | 〃 | 〃 | 〃 | 2 | 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 2 | 6 | 〃 |
| e' | 〃 | 1 | 2 | 6 | 〃 | 〃 | | 〃 | 〃 | 8 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 7 | 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 7 | 6 | 〃 |
| a e' | 10 | 〃 | 11 | 〃 | 〃 | 9 | 〃 | 6 | 9 | 1 | 4 | 〃 | 6 | 〃 | 1 | 11 | 〃 | 5 | 2 | 10 | 〃 | 〃 |
| LONGUEUR des Massel. | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 3 | 〃 | 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |

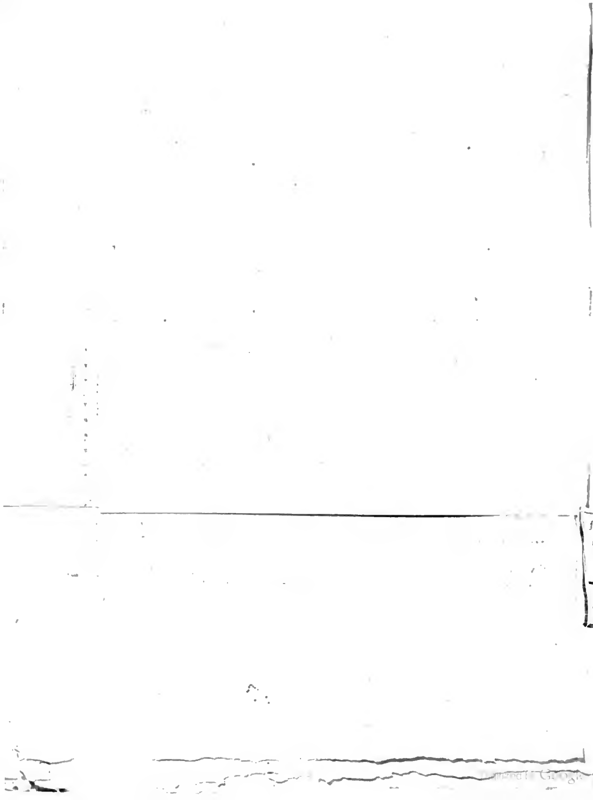


TABLE DES IR POURRIE DE MER,

NT À LEUI

| DIMENSIONS. | De 36. | | | | | D | | | | De 4. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | T. | | | | LONG. ONG. | | | | | | | COURT. | | | | |
| | Pieds. | Pouces. | Lignes. | Points. | Fract. | Pieds. | Pouces. | Points. | Fract. | Pieds. | Pouces. | Lignes. | Points. | Lignes. | Points. | Fract. | Pieds. | Pouces. | Lignes. | Points. | Fract. |
| *a a* | ″ | 6 | 10 | ″ | ″ | ″ | 6 | | ″ | ″ | 3 | 10 | 6 | 5 | 4 | ″ | ″ | 3 | 5 | 4 | ″ |
| *b b* | ″ | 5 | 5 | 6 | ″ | ″ | 4 | | ″ | ″ | 3 | 2 | ″ | 10 | 4 | ″ | ″ | 2 | 10 | 4 | ″ |
| *c c* | ″ | 6 | 10 | ″ | ″ | ″ | 6 | | ″ | ″ | 3 | 10 | 6 | 5 | 4 | ″ | ″ | 3 | 5 | 4 | ″ |
| *d d* | 1 | 10 | 11 | ″ | ″ | 1 | 8 | | ″ | 1 | 1 | 5 | ″ | 9 | 5 | ″ | ″ | 11 | 9 | 5 | ″ |
| *e e* | 1 | 10 | 4 | 6 | ″ | 1 | 7 | | ″ | 1 | 1 | ″ | 6 | 6 | ″ | ″ | ″ | 11 | 6 | ″ | ″ |
| *f f* | 1 | 9 | 4 | 6 | ″ | 1 | 6 | | ″ | 1 | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | 11 | ″ | ″ | ″ |
| *g g* | ″ | 2 | ″ | ″ | ″ | ″ | 2 | | ″ | ″ | 2 | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | 2 | ″ | ″ | ″ |
| *h h* | ″ | 3 | 2 | 9 | ″ | ″ | 2 | | ″ | ″ | 1 | 9 | 4 | 6 | 8 | ″ | ″ | 1 | 6 | 8 | ″ |
| *i i* | ″ | 6 | 5 | 6 | ″ | ″ | 5 | | ″ | ″ | 3 | 6 | 8 | 1 | 4 | ″ | ″ | 3 | 1 | 4 | ″ |
| *k l* | ″ | ″ | 9 | ″ | ″ | ″ | ″ | | ″ | ″ | ″ | 9 | ″ | 9 | ″ | ″ | ″ | ″ | 9 | ″ | ″ |
| *l l* | 1 | 9 | 2 | ″ | ″ | 1 | 6 | | ″ | ″ | 11 | 8 | 6 | ″ | ″ | ″ | ″ | 10 | 11 | ″ | ″ |
| *m m* | 1 | 9 | 5 | ″ | ″ | 1 | 6 | | ″ | ″ | 11 | 10 | 6 | 1 | 6 | ″ | ″ | 11 | ″ | 6 | ″ |
| *n n* | 1 | 10 | 3 | ″ | ″ | 1 | 7 | | ″ | 1 | ″ | 4 | 6 | 6 | ″ | ″ | ″ | 11 | 5 | ″ | ″ |
| *f′ f′* | 1 | 5 | 3 | 6 | ″ | 1 | 3 | | ″ | ″ | 9 | 9 | ″ | 1 | 5 | ″ | ″ | 9 | 1 | 5 | ″ |
| *g′ g′* | 1 | 3 | 8 | 6 | ″ | 1 | 1 | | ″ | ″ | 8 | 11 | ″ | ″ | 7 | ″ | ″ | 8 | ″ | 7 | ″ |
| *h′ h′* | 1 | 1 | 3 | 6 | ″ | ″ | 11 | | ″ | ″ | 7 | 7 | ″ | ″ | 7 | ″ | ″ | 7 | ″ | 7 | ″ |
| *i′ i′* | ″ | 6 | 3 | ″ | ″ | ″ | 5 | | ″ | ″ | 3 | 5 | 2 | ″ | ″ | ″ | ″ | 3 | ″ | ″ | ″ |
| POIDS des canons. | 7190 ₤. | | | | | 51 | | | | 1733 ₤. | | | | | | | | | | | |



# TABL RTILLERIE DE TERRE,

E. 3

| DIMENSIONS. | C CAMPAGNE. 8. | | | | | De 4. | | | | | CANONS Pour les Troupes légères. De 1. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pieds. | | Lignes. | Points. | Fract. | Pieds. | Pouces. | Lignes. | Points. | Fract. | Pieds. | Pouces. | Lignes. | Points. | Fract. |
| *a b* | " | | 7 | 7 | " | " | 3 | 8 | " | " | " | 2 | 10 | 10 | " |
| *b c* | " | | 1 | 11 | " | " | " | 1 | 6 | " | " | " | " | 11 | " |
| *c d* | " | | 11 | 6 | " | " | " | 9 | " | " | " | " | 9 | 9 | " |
| *d e* | " | | 3 | 8 | " | " | 1 | " | 5 | " | " | " | 7 | 10 | " |
| *e f* | " | | 5 | 10 | " | " | " | 4 | 7 | " | " | " | 2 | 11 | " |
| *f g* | " | | 1 | 11 | " | " | " | 1 | 6 | " | " | " | " | 11 | " |
| *g h* | " | | 1 | 11 | " | " | " | 1 | 6 | " | " | " | 1 | 5 | " |
| *h i* | " | | | | | | | | | | | | | | |
| *i k* | " | | 7 | 8 | " | " | " | 6 | " | " | " | " | 5 | 10 | " |
| *k l* | " | | 9 | 2 | " | " | " | 7 | 3 | " | " | " | 3 | 10 | " |
| *l m* | " | | 11 | 9 | " | " | " | 9 | 4 | " | " | " | 5 | 10 | ½ |
| *m n* | " | | | | | | | | | | | | | | |
| *n o* | 2 | | 4 | 4 | " | 1 | 1 | 9 | 8 | " | " | 9 | 7 | 3 | ½ |
| *o p* | " | | 9 | 9 | " | " | " | 7 | 9 | " | " | " | 5 | 10 | " |
| *p q* | " | | 7 | 10 | " | " | " | 6 | 2 | " | " | " | 4 | 10 | " |
| *q r* | " | | 9 | 2 | " | " | 1 | 7 | 6 | " | " | 2 | 11 | 9 | " |
| *r s* | " | | 5 | " | " | " | 1 | " | " | " | " | " | 9 | " | " |
| *s t* | " | | [illegible] | " | " | " | [illegible] | " | [illegible] | [illegible] | | | | | |
| *p′ p′* | " | 5 | 3 | " | " | " | 2 | 7 | 6 | " | " | " | " | " | " |
| *q′ q′* | " | 5 | 4 | " | " | " | 2 | 8 | " | " | " | " | " | " | " |
| *r′ s′* | " | 9 | 1 | 6 | " | " | 5 | 11 | " | " | " | " | " | " | " |
| *t′ p′* | " | 5 | 7 | " | " | " | 3 | 1 | " | " | " | " | " | " | " |
| *t′ t′* | " | 2 | 3 | 6 | " | " | 1 | " | " | " | " | " | " | " | " |

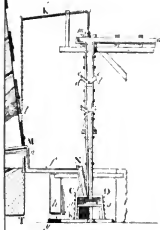


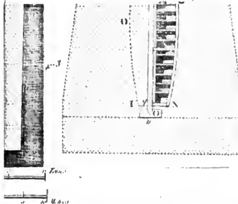
# TABLE DES ILLERIE DE TERRE,



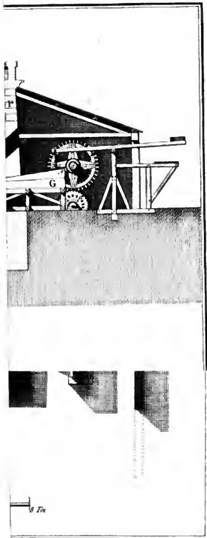
| DIMENSIONS. | CANONS [M]PAGNE. De 24. Pieds. | Pouces. | Lignes. | Points. | Fract. | De 4. Pieds. | Pouces. | Lignes. | Points. | Fract. | CANONS Pour les Troupes légères. De 1. Pieds. | Pouces. | Lignes. | Points. | Fract. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *a a* | " | 5 | 6 | 2 | " | " | 3 | " | 4 | " | " | 1 | 10 | 9 | " |
| *b b* | " | 3 | 6 | " | " | " | 2 | " | 2 | " | " | 1 | 3 | 2 | " |
| *c c* | " | 5 | 6 | 2 | " | " | 3 | 1 | 4 | " | " | 1 | 10 | 9 | " |
| *d d* | 1 | 6 | " | 6 | " | " | 8 | 7 | 4 | " | " | 5 | 9 | " | " |
| *e "* | 1 | 6 | " | 6 | " | " | 8 | 7 | 4 | " | " | 5 | 9 | " | " |
| *f f* | 1 | 5 | 4 | " | " | " | 8 | " | 4 | " | " | 5 | 4 | 4 | " |
| *g g* | 1 | 4 | 8 | 8 | " | " | 7 | 9 | 4 | " | " | 5 | 1 | 6 | " |
| *h h* | " | 2 | 8 | " | " | " | 1 | 8 | " | " | " | 1 | " | " | " |
| *i i* | " | 1 | 3 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| *k l* | " | " | 3 | " | " | " | " | 3 | " | " | " | " | 3 | " | " |
| *l l* | " | " | 6 | 9 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| *m m* | " | 2 | 9 | 10 | " | " | 1 | 6 | 8 | " | " | " | 11 | 9 | " |
| *n n* | " | 5 | 7 | 8 | " | " | 3 | 1 | 4 | " | " | 1 | 11 | 6 | " |
| *o o* | " | " | 10 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| *p p* | 1 | 3 | 7 | 6 | " | " | 7 | 7 | 5 | " | " | 5 | 5 | 2 | " |
| *q q* | 1 | 3 | 10 | 2 | " | " | 7 | 8 | 11 | " | " | 5 | 6 | " | " |
| *g g* | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| *h' h'* | " | 11 | 6 | 8 | " | " | 5 | 9 | 4 | " | " | 4 | " | 2 | " |
| *i' i'* | " | 10 | 10 | 2 | " | " | 5 | 4 | 8 | " | " | 3 | 9 | 2 | " |
| *k' l'* | " | 10 | 7 | 6 | " | " | 5 | 3 | 2 | " | " | 3 | 8 | 4 | " |
| *l' l'* | 1 | " | 10 | 10 | " | " | 6 | 9 | 2 | " | " | 4 | 5 | 10 | " |
| *m' m'* | 1 | " | " | 4 | " | " | 6 | " | 4 | " | " | 5 | 9 | " | " |
| *n' n'* | " | 10 | 7 | 6 | " | " | 5 | 3 | 2 | " | " | 5 | 3 | 2 | " |
| *o' o'* | " | 5 | 6 | 2 | " | " | 3 | " | 4 | " | " | 1 | 10 | 9 | " |
| Poids des Canons | 5628£ | | | | | 590£ | | | | | 266£ | | | | |
| Poids des Massel. | 3100 | | | | | 550 | | | | | 250 | | | | |

PI. I.





Pl. II.




Gravé par Gaitte



Élévation sur la ligne 5, 6.

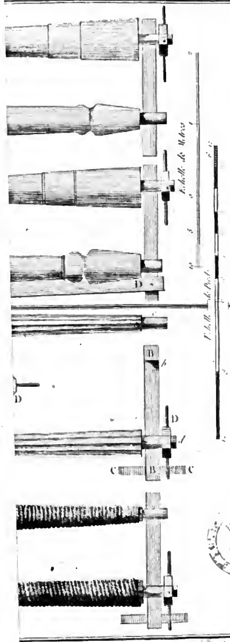
...e sur la ligne 1 2

Fig. 2.

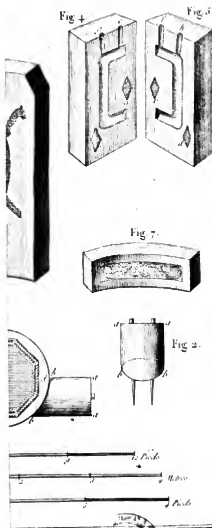
Fig. 4.

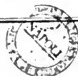
Fig. 1.



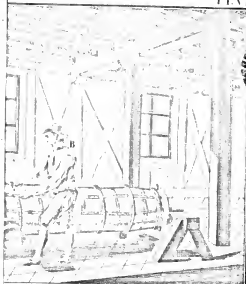

en livres.
Pl. IV
D
B
b
D
d
C
B
C

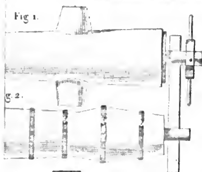


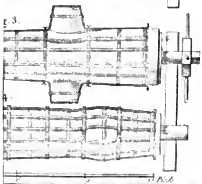

Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 2.





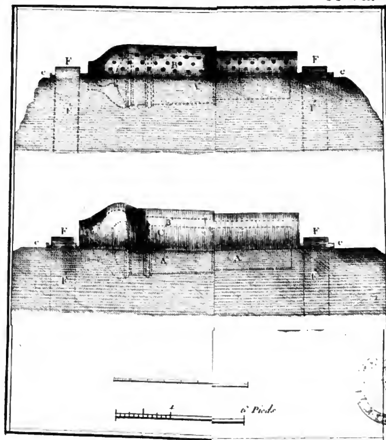

B


Fig. 1.
g. 2.

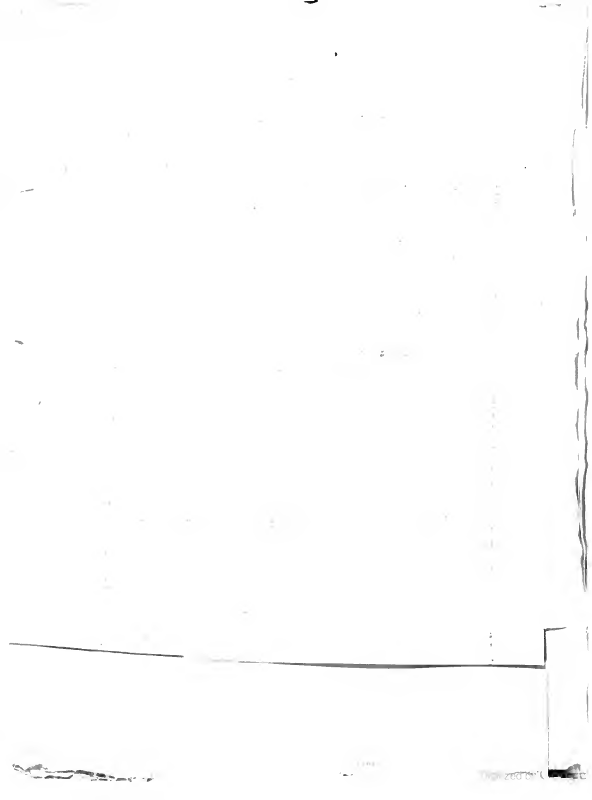

g. 3.
Pieds



Pl. VIII




Gravé par Geoffroy



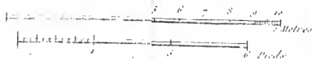





Fig. 5

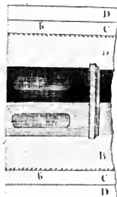
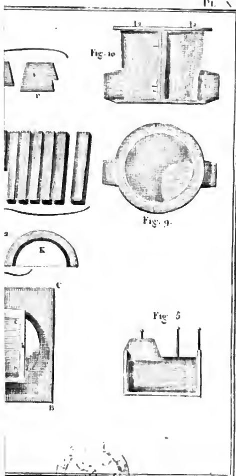



Fig. 6



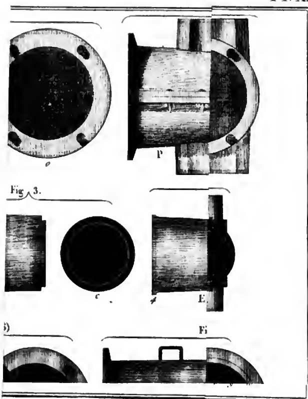



Pl. X



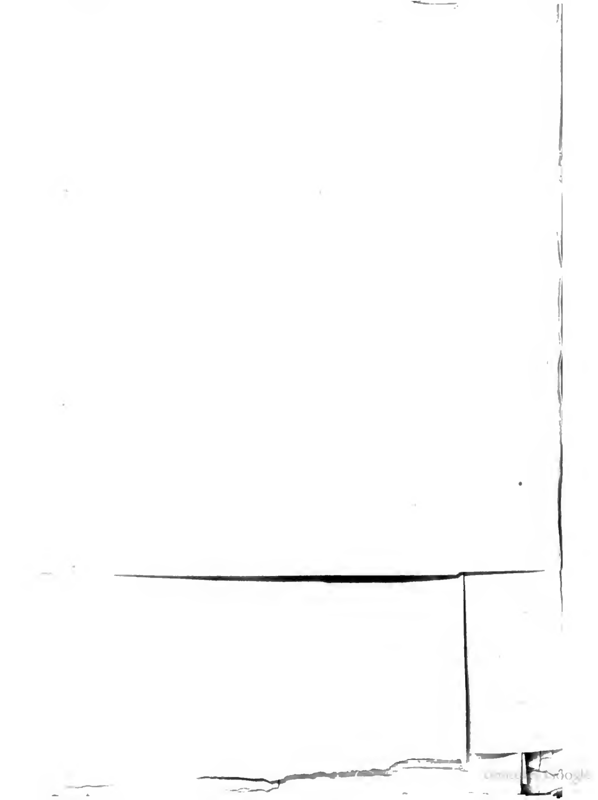



Pl. XI.

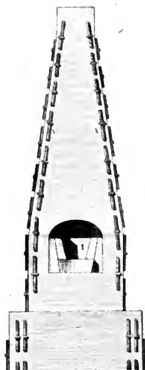



Sellier sc.





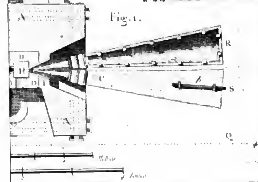
Élévation sur la ligne 5, 6



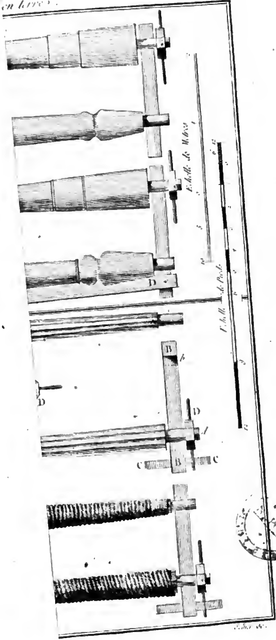

... sur la ligne 1, 2

Fig. 2.

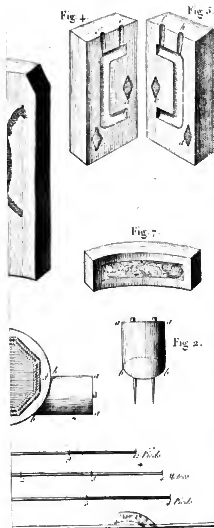


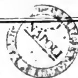





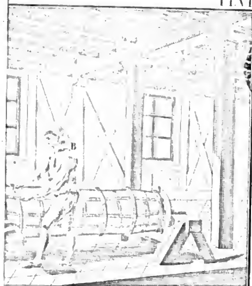

D
B
D
C
B
C

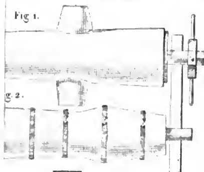


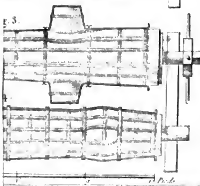

Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 2.






B

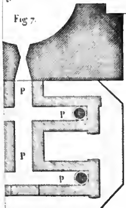

Fig. 1.
g. 2.

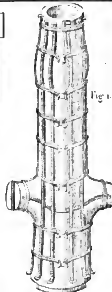

g. 3.

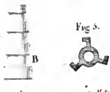


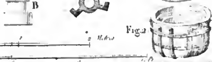






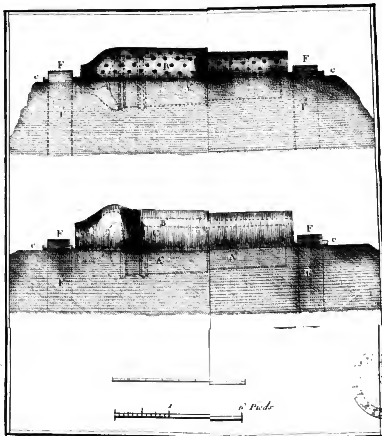



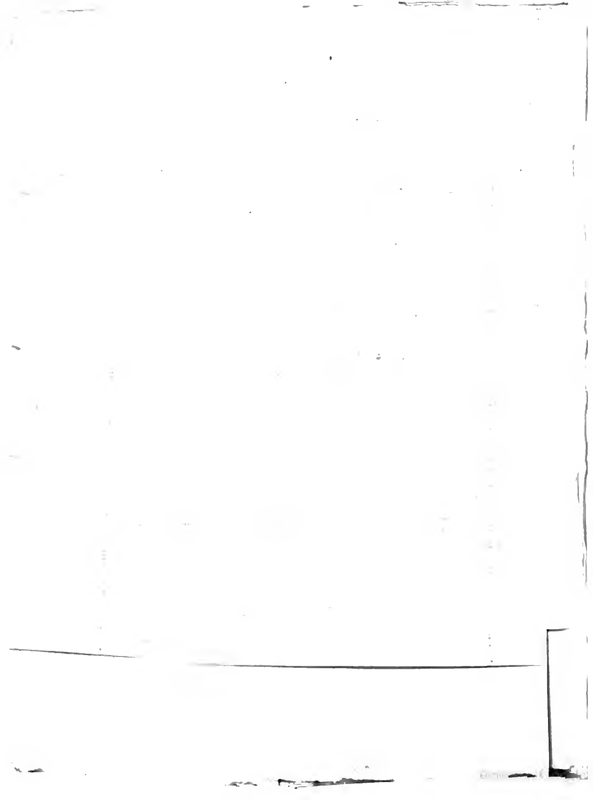

Sellier Sc.

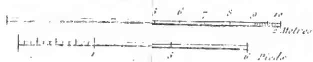


Pl. VIII




Grave par Geoffroy







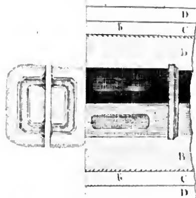




Fig. 5





Fig. 6



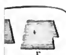

r


Fig. 10




Fig. 9.


K


C
B


Fig. 5



Pl. XI.

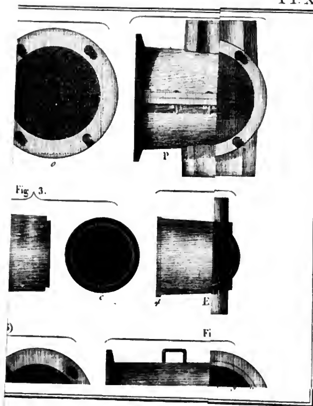







Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

R

S

Fig. 9.

Q

R

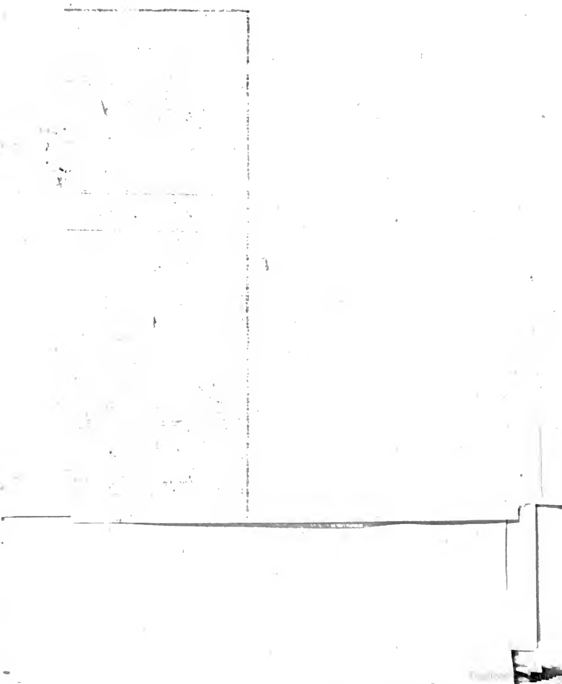
S

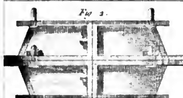
Fig. 5 bis

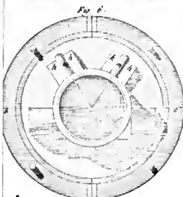
G

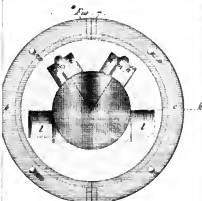
Fig. 1 bis

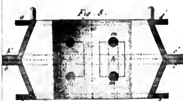
Fig. 11.




Fig. 5.


Fig. 6.


Fig. 7.
l
l


Fig. 8.
m
m
m
m
d
d





Elévation

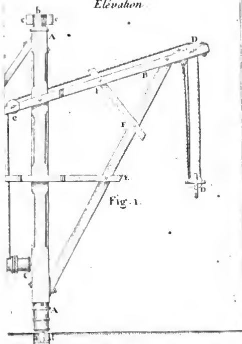





Fig 4.



2 Metres
6 de 0 12 p ds

Dumenil.



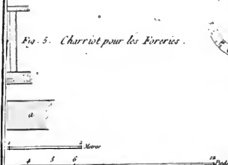
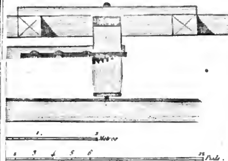
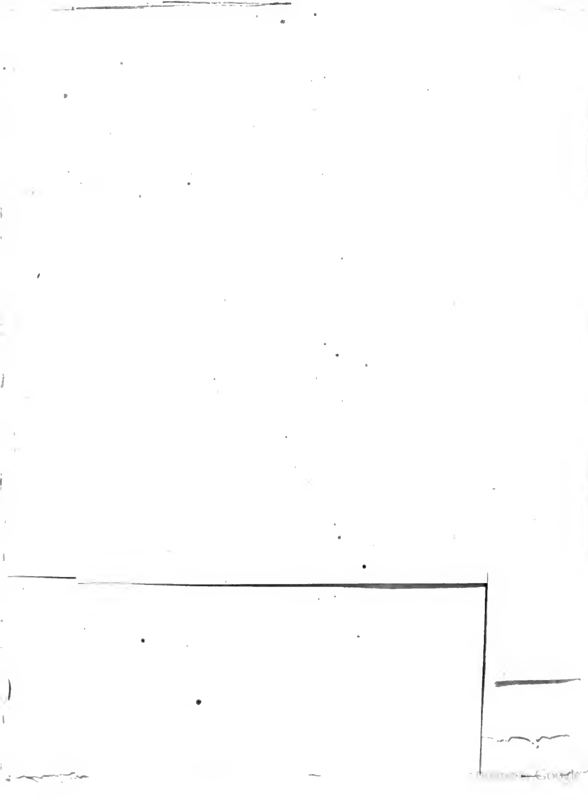


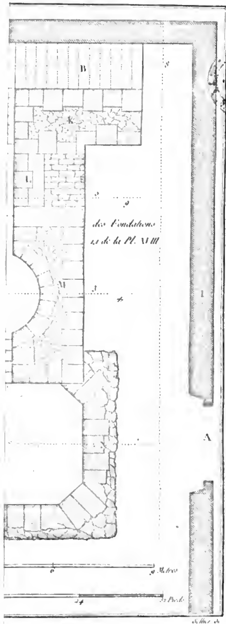

Fig. 5. Charriot pour les Foreries.

Élévation d'une Grue.




Coquet Sc.

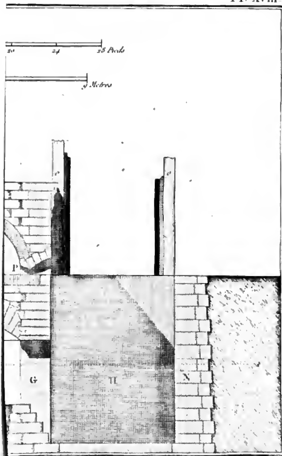



B
K
L
des Fondations
.. de la Pl. XVIII
M
I
A
Mètres
Pieds

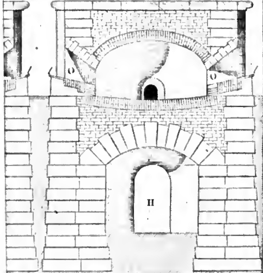


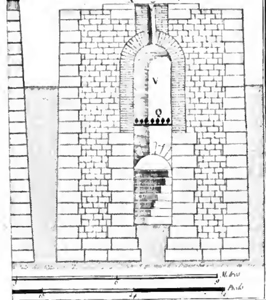


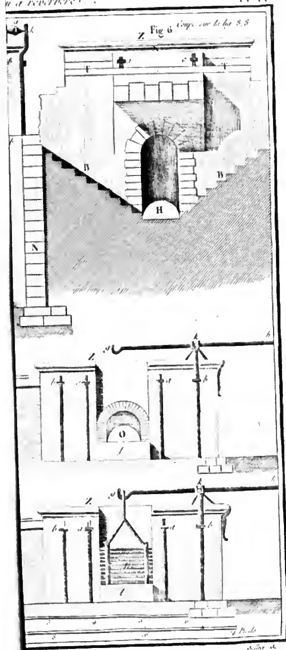
Adhr. Sc.

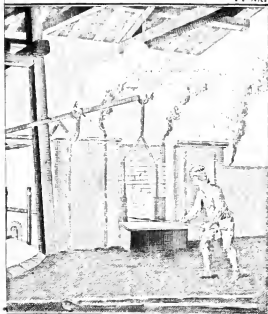

20
24
28 Pieds
9 Mètres
P
G
H
N
Sellier Sc.

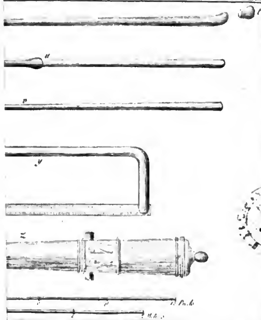


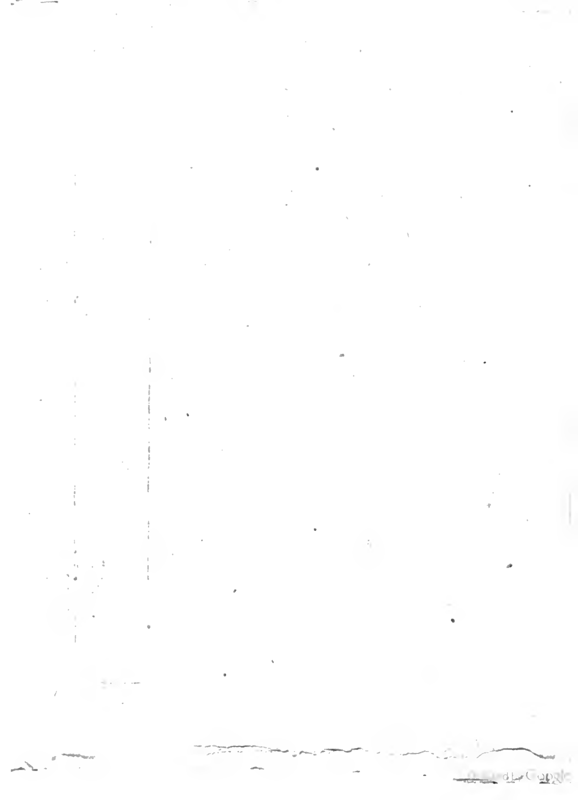

Fig. 2. Coupe sur la ligne 4,4
Z
O
O
H


Fig. 3. Coupe sur la ligne 5,5
X
V
Q
Mètres
Pieds


Fig 6
Z
B
B
H
N
Z
O
Z
Pieds







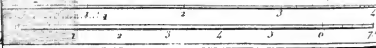
…gne 3.3.

Elévation. Sur la Ligne 2.2.

Fig. 3.

…lan pris à la hauteur 3.3.

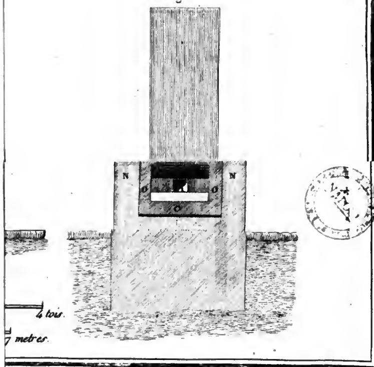


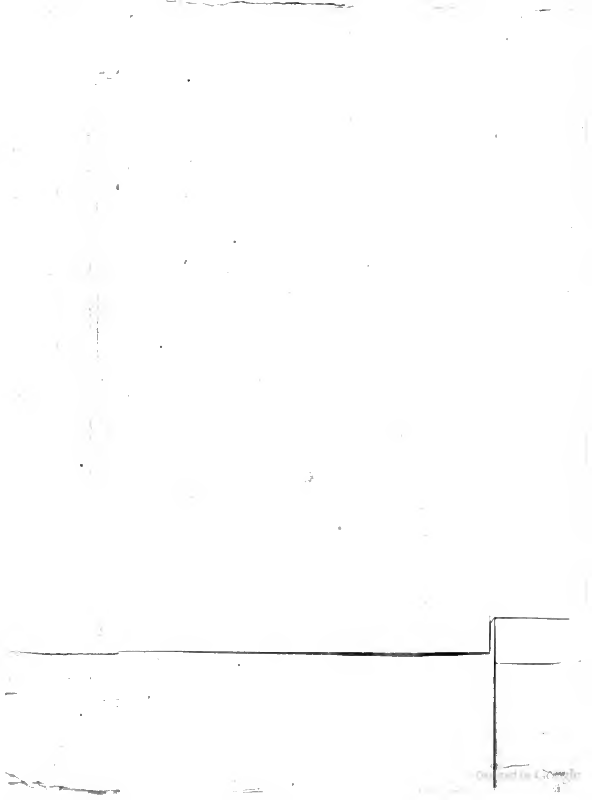


.1.

Coupe Sur la Ligne 4.4.

Fig. 2.





Pl. XXIV.



*auteur* *LL*

1.

*Coupe*

M

N

O

H

M

N

F

N

A

L

a

*Sellier Sc.*

Pl. XXV.

Coupe sur la ligne 3.3.

...vation sur la ligne 4.4.

Fig. 1.

Fig. 2.

D.

N O

h

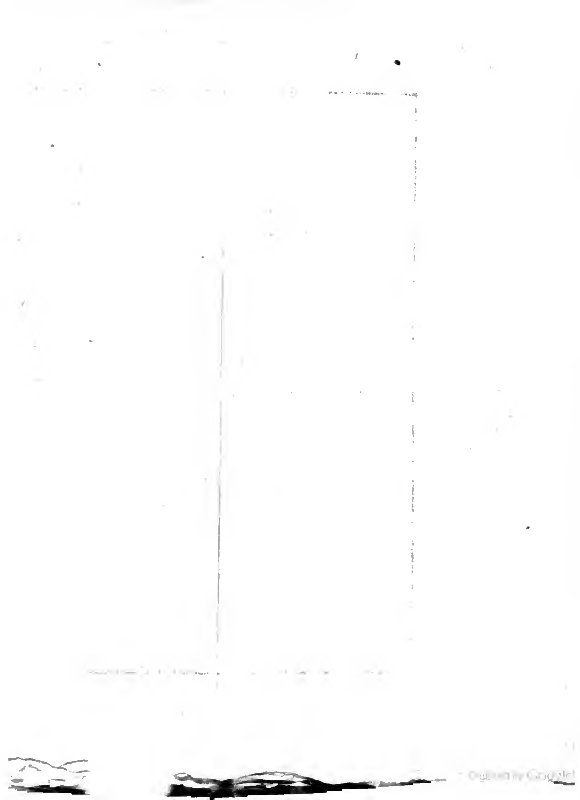
B

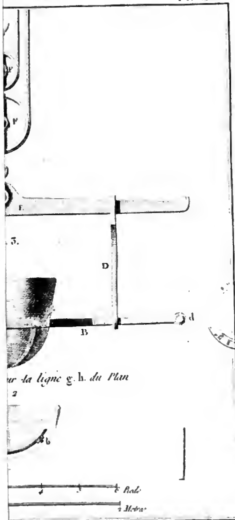
h

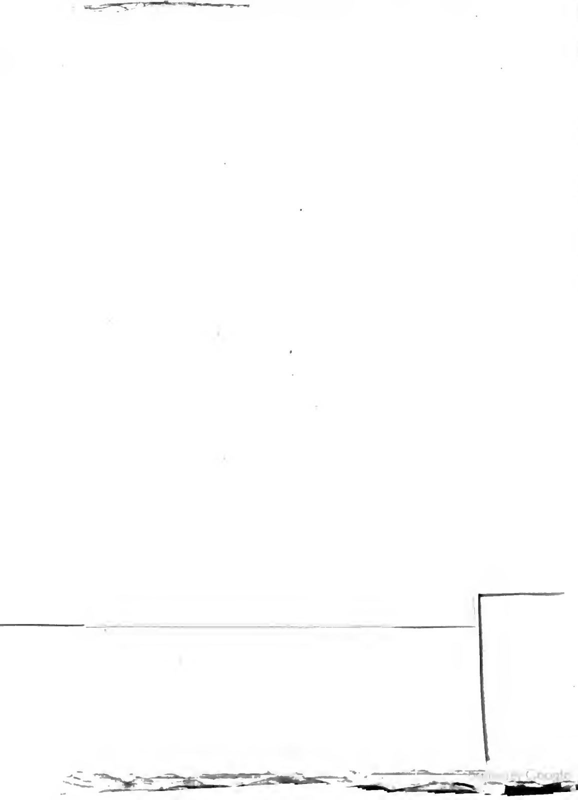
1

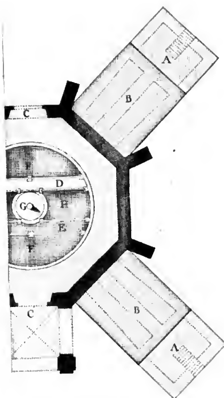
1 2 3

Sellier Sc.



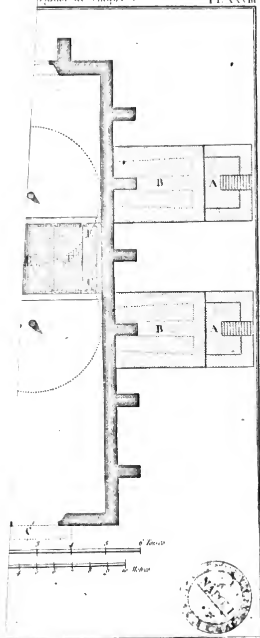

F
F
E
3.
D
B
d
ur la ligne g. h. du Plan
2
b
6 Pieds
2 Mètres

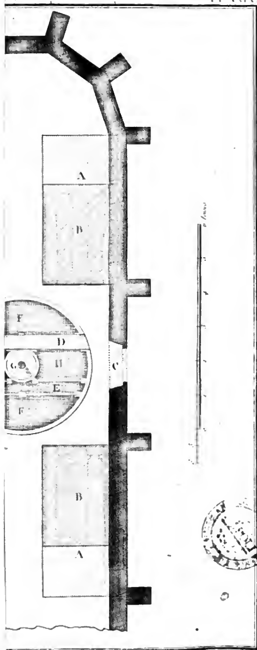





Toises.

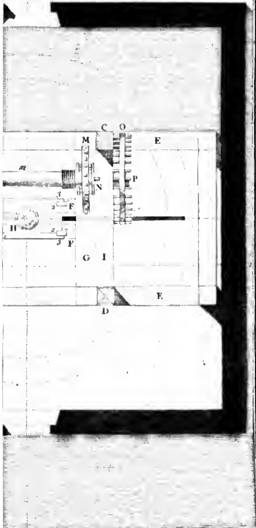
10 Metres.

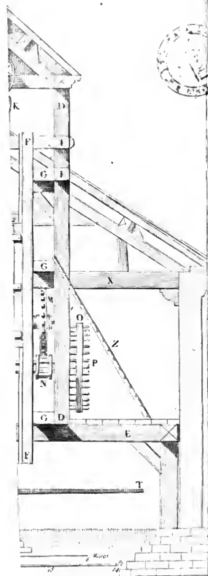

B
A
E
F
B
A
C
6 Toises
Mètres

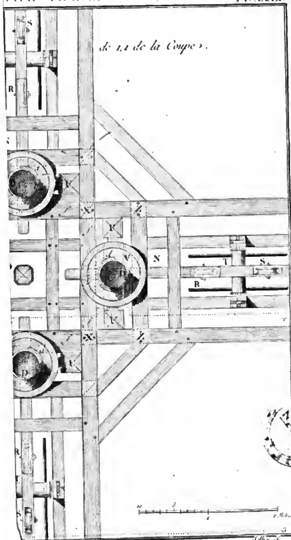

A
B
F
D
G
H
C
E
F
B
A

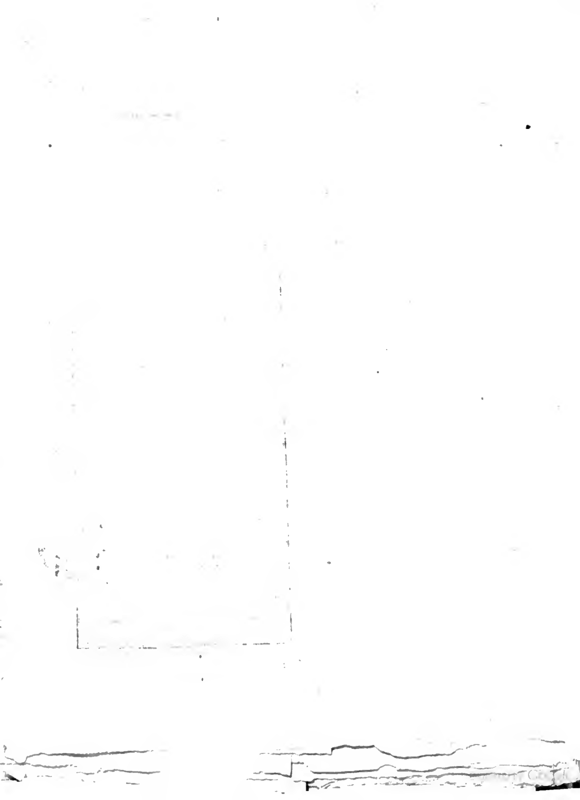


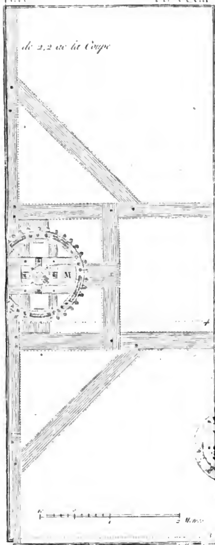

Plan



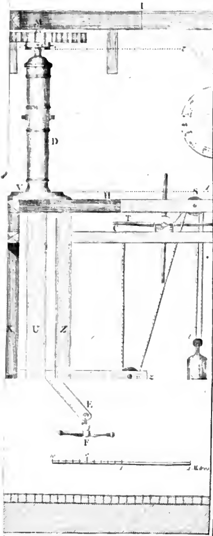

K
D
F
I
G
G
X
M
O
Z
P
N
G
D
E
F
T

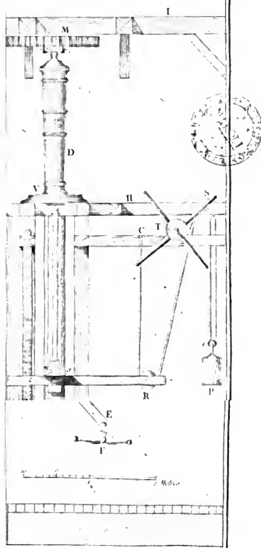

de 1,1 de la Coupe.
S
R
N
D
V
X
Z
F
N
T
S
R
U
X
Z
D
R
S

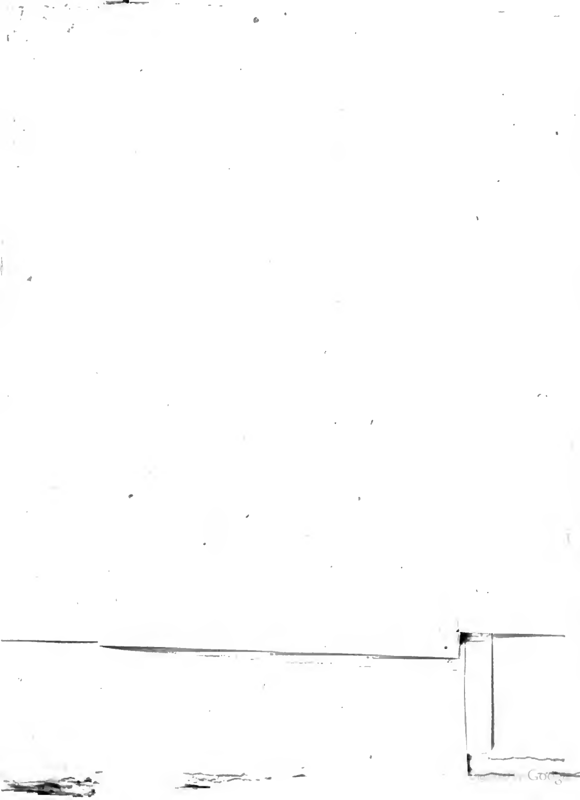


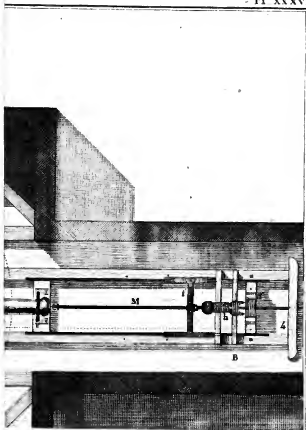

Pl. XXXIII
de 2,2 ac la Coupe

..Plans.

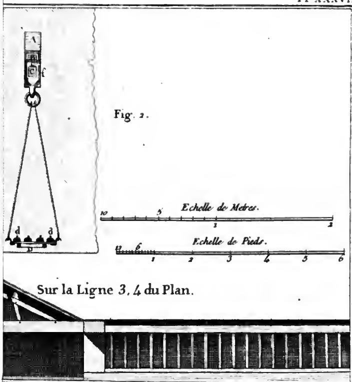



Plans.
I
M
D
V
H
S
T
C
P
R
E
F




M
B
4




A
B
C
f
d
d
Fig. 2.
Echelle de Metres.
10
5
1
2
Echelle de Pieds.
1
2
3
4
5
6
Sur la Ligne 3, 4 du Plan.



Pl. XXXVIII.

E

F

Fig. 5.

K

K

Fig. 4.

E

Fig. 12.

Fig. 13.

15 Pieds



Sellier Sc.

Pl. XXXIX.

r la ligne 3, 4.

A

B

K

Fig. 3.

O

N



...ellier sc.

12 Pieds

4 Mètres

M

h

u u

V

T

d

i

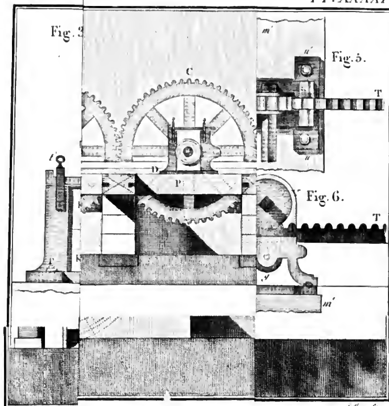
Fig. 5.

2 y

*Sellier Sc.*





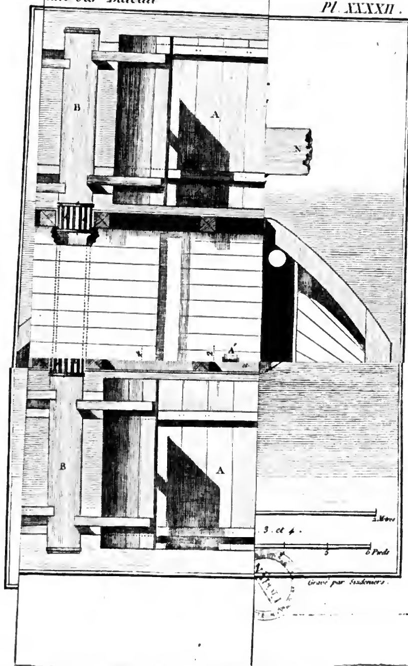

Fig. 5.
Fig. 6.
C
D
P
T
T
m'
m'





tale sur Bateau

Pl. XXXXII.







*Pl. XXXXIII.*

*Fig. 4.*

N N N N N N

O

n n n n

*Fig. 5.*

P

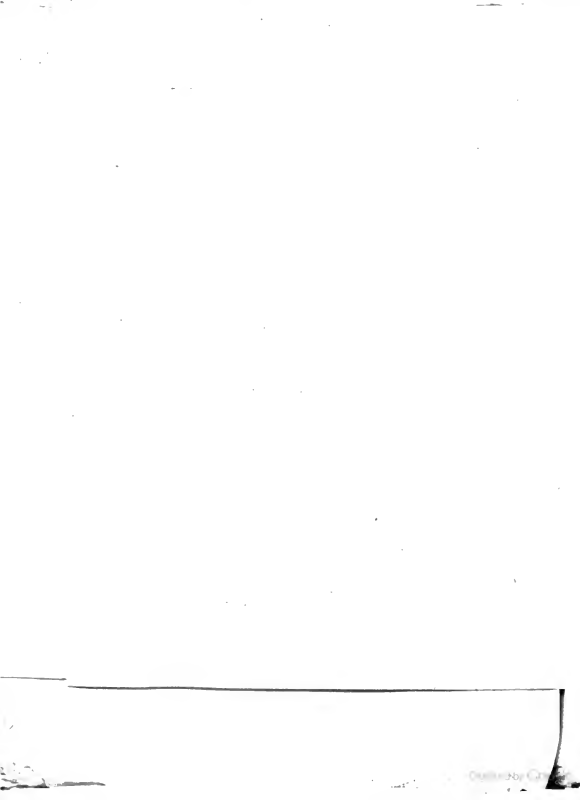
O

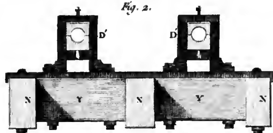
*...elles des Fig 2. 3. 4. et 5.*

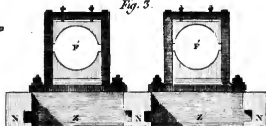
2 3 4 *Metres*

5 6 12 *Pieds*

*Gravé par Loquet.*





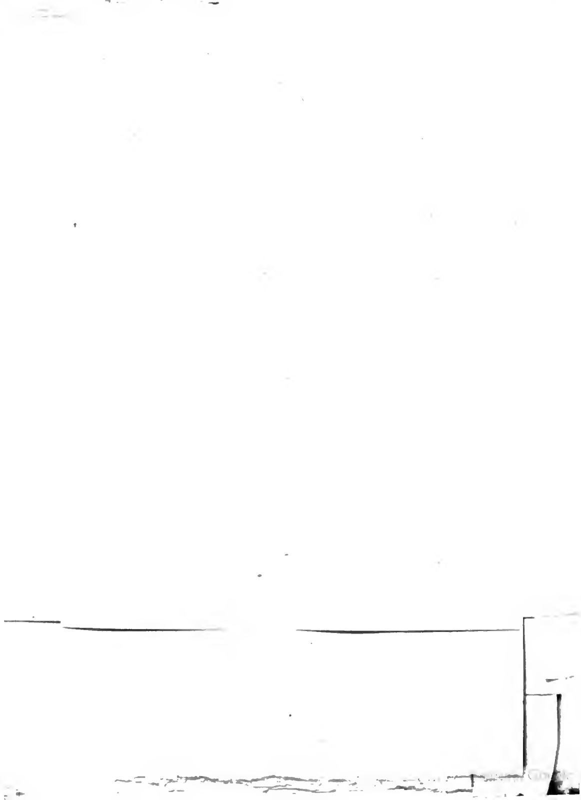

Q

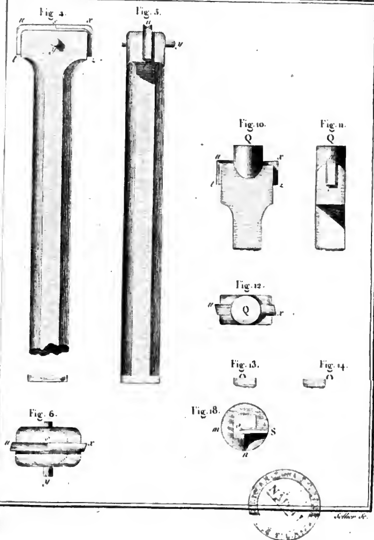
Q

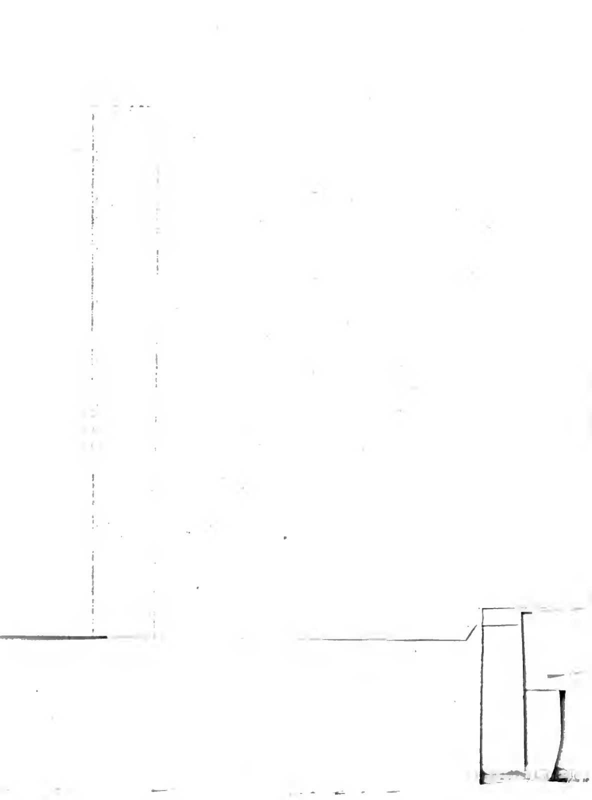


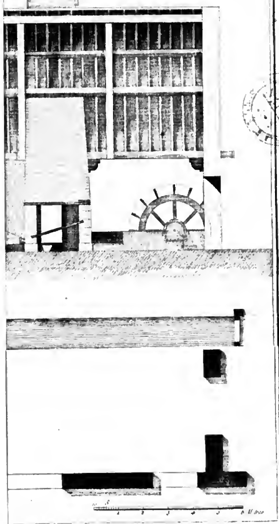

Gravé par E. Ransonnette

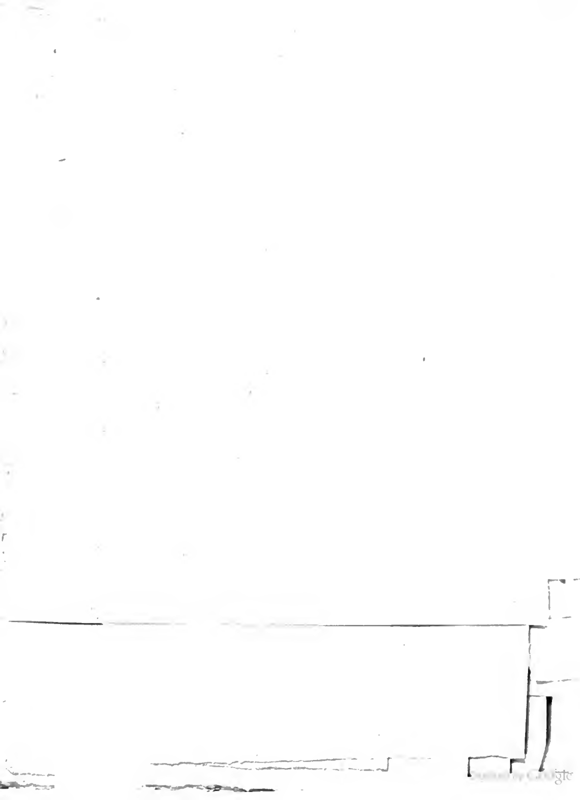


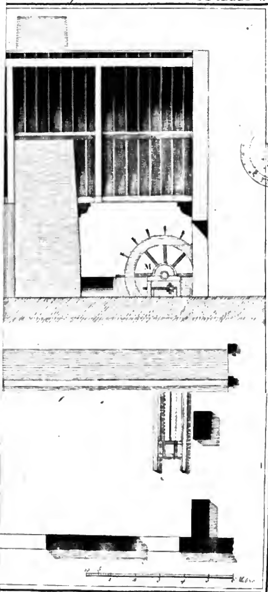



Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 6.
Fig. 18.
Q
S




Coupe sur la ligne 1,2.




M



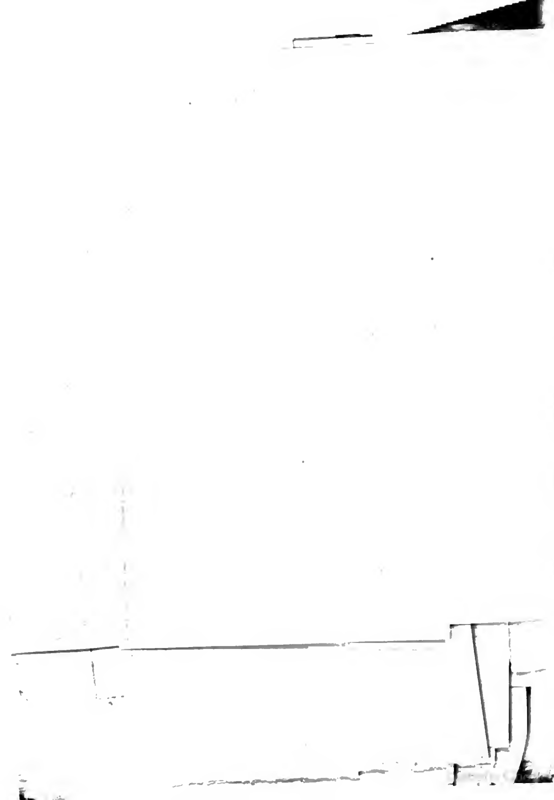
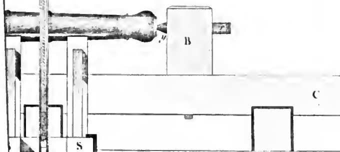
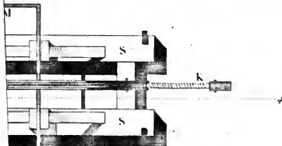
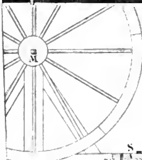


Fig. 2. *Elevation sur la ligne 1, 2.*



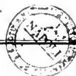




*Coupe sur la ligne 3, 4.*



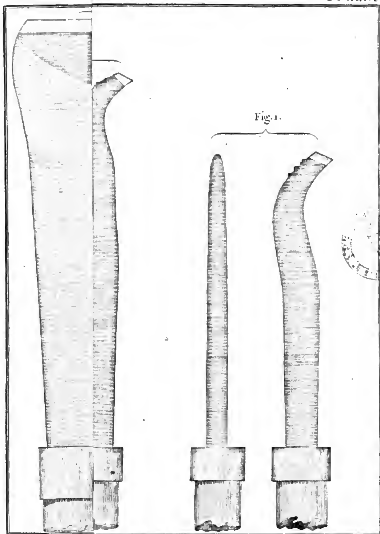


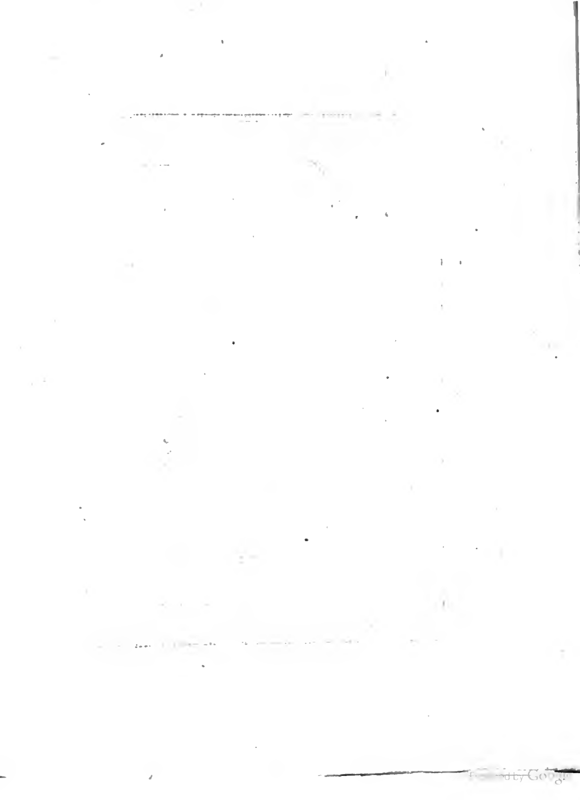




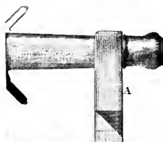
Sellier sc.




Fig. 1.



...ne 1.2.




I.<sup></sup> Plan.



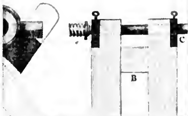

Gravé par Coquet

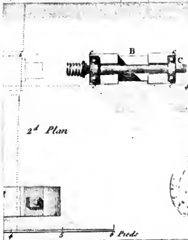


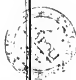




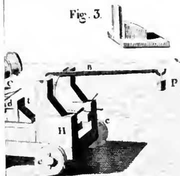
2.
ne 3. 4.



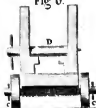



Coquet Sculp.

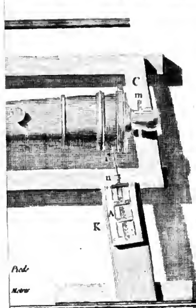




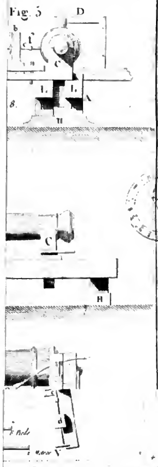






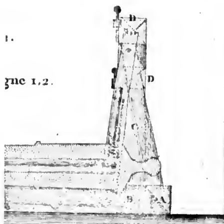

Gravé par F. Kaufmann


Fig. 5
D
C
L
L
8.
A
H
C
H

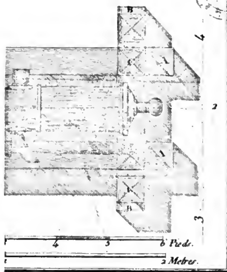


1.

gne 1, 2.




1. Plan.




Dumenil.

Fig. 3.



Fig. 5.

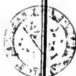



Fig. 6.




…ig ne 3, 4.

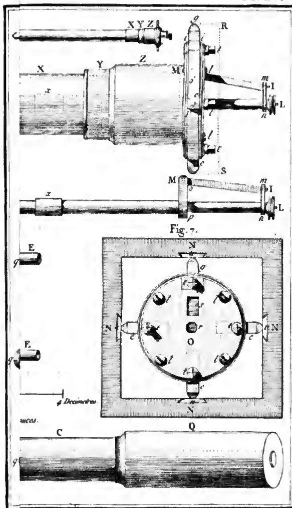




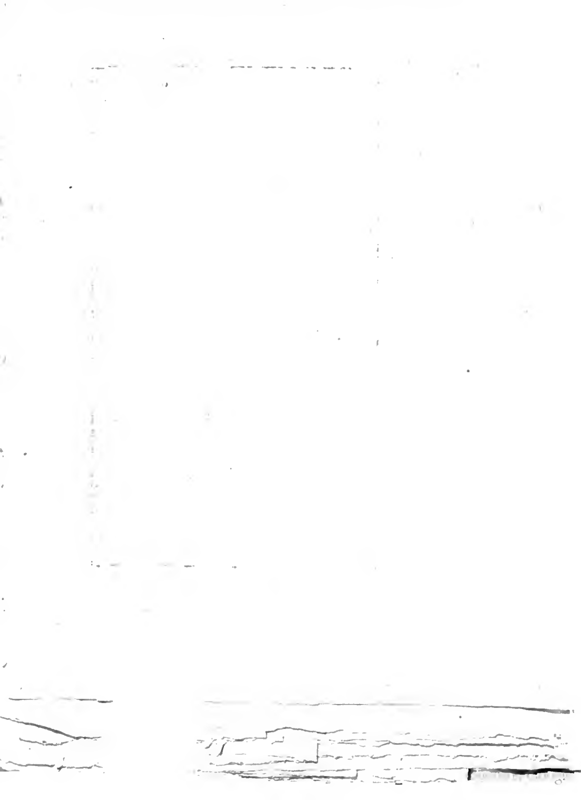

Dumenil.

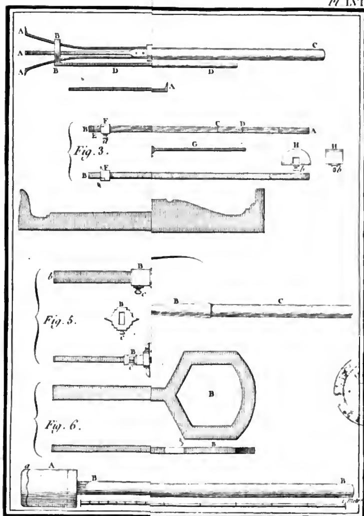
Pl. LVI.




Gaitte Sculp.

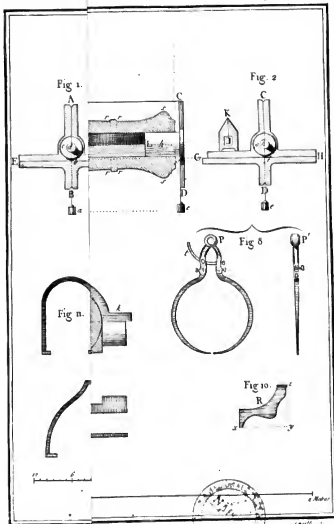






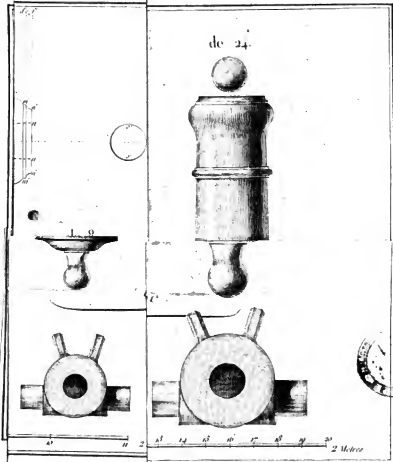

Gravé par Delettre

Pl. LVIII.

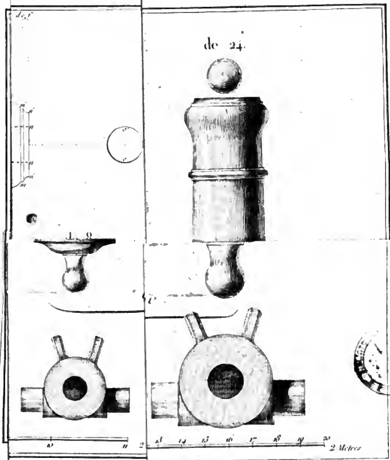







de 24.
2 Metres




de 24.
2 Mètres



